



INSTITUT DE RECHERCHES SUR LE CAOUTCHOUC

PROGRAMMES DE RECHERCHES

1986 - 1990

REFLEXIONS SUR

L'EVOLUTION DES PROGRAMMES

1990

S O M M A I R E

I - Programmes des 5 années passées

- Division Agronomie
- Affectation des chercheurs agronomes
- Division Technologie
- Affectation des chercheurs technologues

II - Bilan des 5 années passées

III - Réflexions sur l'évolution des programmes

- Génétique
- Phytotechnie
- Phytopathologie
- Exploitation - Physiologie
- Technologie
- Documentation
- Plantations villageoises

**INSTITUT DE RECHERCHES
SUR LE CAOUTCHOUC**

**PROGRAMMES
DES 5 ANNEES PASSEES**

1990

S O M M A I R E

- I - Division Agronomie**
- II - Affectation des chercheurs agronomes**
- III - Division Technologie**
 - . années 1982-1987**
 - . années 1987-1990**
- IV - Affectation des chercheurs technologues**

I - Division Agronomie

Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
<p>Programme : AMELIORATION GENETIQUE =====</p> <p>Opération : Ressources génétiques.</p> <p><u>1. Prospections :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * pays non encore prospectés : Bolivie, Vénézuéla, Pérou. * enrichissement des ressources en espèces Hevea autres que brasiliensis. <p><u>2. Collections :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * actuellement <u>in vivo</u> (jardins de collections IRCA et IRRDB). * à développer : les techniques de culture de tissus pour la conservation <u>in vitro</u>. <p><u>Echanges et transferts :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Provenance : tous les pays hévéicoles avec, comme centres primaires d'accueil, la Côte d'Ivoire et la Guadeloupe. * Destination : pays demandeurs. <p>Opération : Caractérisation génétique de l'hévéa.</p> <p><u>3. Electrophorèse :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Recherches de systèmes enzymatiques stables. * Etude de déterminismes génétiques. * Etude de la structure génétique des différentes populations. <p><u>4. Etude biométrique de la variabilité morphologique :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Etude de la structure génétique des différentes populations. <p><u>5. Caractérisation agronomique à travers sa variabilité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Etude de la valeur génétique des nouvelles introductions. * Etude de la valeur agronomique des nouvelles introductions. 	<p>Guadeloupe / Martinique</p> <p>Côte-d'Ivoire</p> <p>Guadeloupe, Guyane, Martinique, Côte d'Ivoire, Cameroun.</p> <p>CIRAD / Montpellier</p> <p>Côte d'Ivoire et Guadeloupe</p> <p>CIRAD/Montpellier</p> <p>Unité de Biométrie et CIRAD/Montpellier</p> <p>Côte d'Ivoire</p>	<p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p>

Activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir
- renforcées

: F
: C
: +

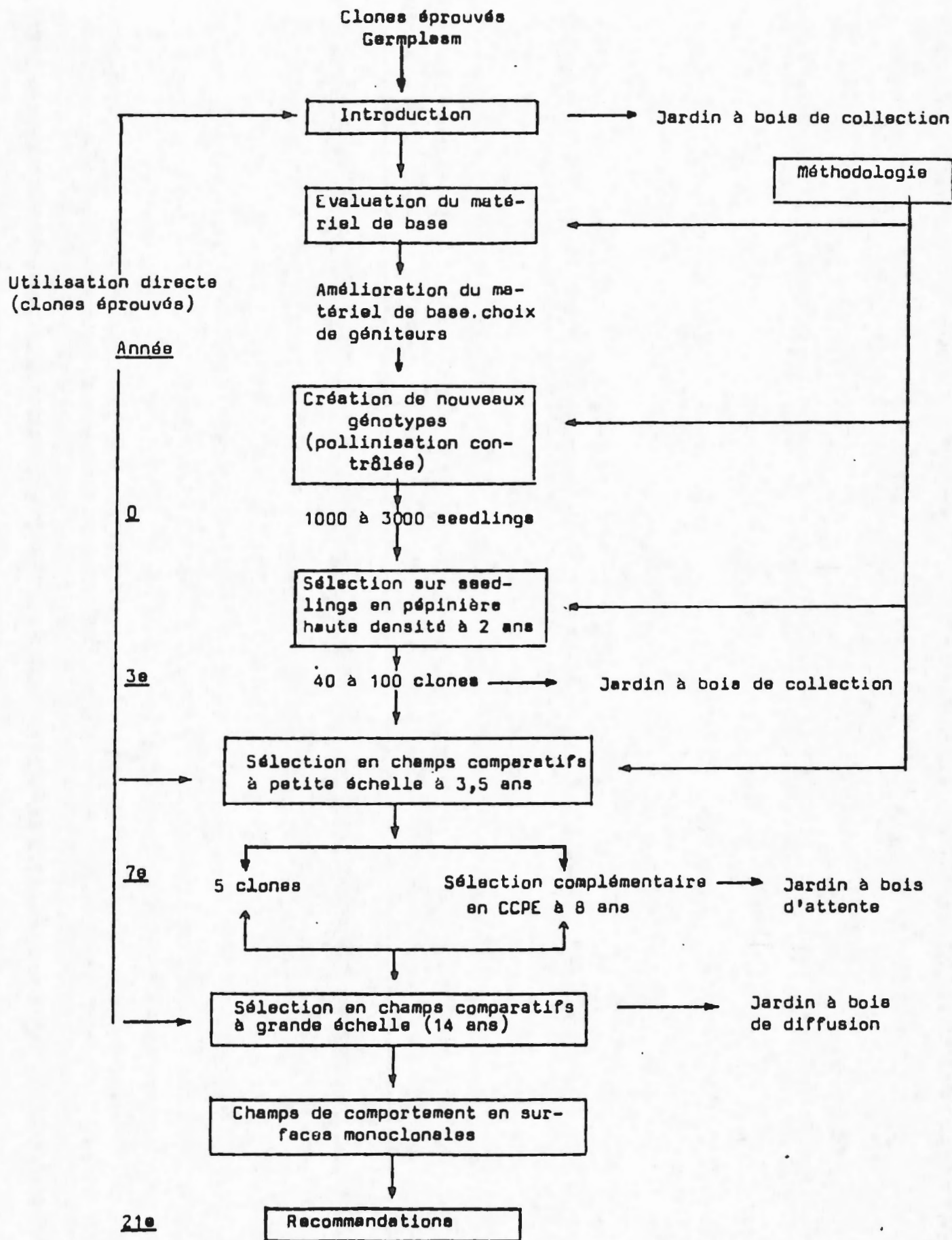
Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
Opération : <u>Méthodologie de la Sélection.</u>		
1. <u>Mise au point des critères de sélection précoce :</u> * sur plantules, * sur seedlings, * sur clones.	Côte d'Ivoire	C
2. <u>Orientation du choix des géniteurs :</u> * aptitudes à la combinaison hérédité. application des études génétiques du Germplasm.	Côte d'Ivoire	C
3. <u>Schéma de sélection récurrente.</u>	Côte d'Ivoire	C
Opération : <u>Création et Sélection de Clones.</u>		
1. <u>Floraison précoce :</u> * phénomenologie - production de fleurs	Côte d'Ivoire, Cameroun	F
2. <u>Pollinisation artificielle :</u> * biologie de la floraison. * production d'hybrides légitimes.	Côte d'Ivoire, Cameroun	C
3. <u>Pollinisation libre :</u> biologie de la reproduction. * production d'hybrides illégitimes.	Côte d'Ivoire,	C
4. <u>Sélection des jeunes seedlings.</u>	Côte d'Ivoire, Cameroun	C
5. <u>Champs comparatifs à petite échelle</u>	Côte d'Ivoire, Cameroun	C
6. <u>Champs comparatifs à grande échelle</u>	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon et Guyane.	C

Activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir
- renforcées

: F
: C
: +



SCHEMA D'AMELIORATION DE L'IRCA -

Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
5. <u>Opération : Culture <u>in vitro</u>.</u>	CIRAD/Montpellier CIRAD/Guadeloupe Côte d'Ivoire	
5.1. <u>Microbouturage :</u>		
* Mise au point de la méthodologie	Montpellier	C
* Endurcissement, conduite en pépinière, plantation	Côte d'Ivoire	●
* Observations en champ		●
5.2. <u>Embryogenèse somatique</u>	CIRAD/Montpellier	C
5.3 Sélection de clones entiers	CIRAD/Montpellier Côte d'Ivoire	C
5.4 Etude des marqueurs de juvénilité par électrophorèse	CIRAD/Montpellier	C

Activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir

: F
: C

Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
Programme : PHYTOTECHE =====		
<u>Opération : Etablissement des Plantations.</u>		
. <u>Choix et préparation du terrain.</u>	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon	C
. <u>Préparation du matériel végétal.</u>		
* relations porte-greffe/greffon	Côte d'Ivoire, Cameroun	C
* techniques de greffage	Côte d'Ivoire	C
* techniques de modifications des couronnes foliaires.	Côte d'Ivoire	C
. <u>Techniques de plantation.</u>	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon	C
. <u>Densité et dispositif de plantation à adapter aux clones et aux conditions socio-économiques.</u>	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon	C
<u>Opération : Entretien des Plantations.</u>		
. Entretien des pépinières et jardins à bois.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Guyane	C
. Entretien des jeunes cultures.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Guyane	C
. Entretien des cultures adultes.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Indonésie	C
. Plantes de couverture.	Côte d'Ivoire	C
<u>Opération : Cultures associées à l' Hévéa.</u>		
. Cultures vivrières temporaires en intercalaire.	Côte d'Ivoire, Gabon, Indonésie	C
. Cultures vivrières associées de façon permanente.	Gabon, Côte d'Ivoire	C
. Cultures pérennes associées.	Gabon	C

Activités de recherches devant être :

- | | | |
|---|---|---|
| - terminées dans les 3 ans à venir | : | F |
| - poursuivies au-delà des 3 ans à venir | : | C |
| - renforcées | : | + |

Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
<u>Opération : Relations Plante/Sol/Climat.</u>		
1. <u>Fertilisation :</u>		
* essai d'engrais	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon	C
* cultures en pots - méthode soustractive	Côte d'Ivoire	C
* diagnostics foliaires (évolution des éléments des feuilles en fonction : des sites, des clones, de l'âge des arbres, etc ...).	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Indonésie	C
Evolution de la fertilité des sols.	Côte d'Ivoire	C
3. Etude des relations plante/climat.	Côte d'Ivoire, Bénin	C
1. Etude de champs de comportement.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Ghana, Guyane	C
5. Etudes des systèmes racinaires.	Côte d'Ivoire	C
<u>Opération : Protection des Cultures.</u>		
1. Maladies des racines.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon	C
2. Maladies du tronc et des branches.	Côte d'Ivoire	C
Maladies de feuilles.	Cameroun	C
1. Identification et lutte contre les insectes.		
.../...		

Activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir
- renforcées

: F
: C
: +

Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
<p>Programme : EXPLOITATION/PHYSIOLOGIE =====</p> <p><u>Opération : Connaissance des mécanismes de la production du latex.</u></p> <p>1. <u>Métabolisme des sucres</u> : étude des enzymes intervenant dans la transformation du saccharose en glucose et fructose.</p> <p>2. <u>Equilibre oxydo-réducteur du latex</u> :</p> <p>* étude du potentiel Rédox.</p> <p>* étude des molécules à groupe SH.</p> <p>3. <u>Alimentation des laticifères</u> :</p> <p>* étude du transport du saccharose des feuilles aux laticifères.</p> <p>4. <u>Analyse des paramètres physiologiques du latex</u> :</p> <p>* diagnostic latex (DL).</p> <p><u>Mode d'action des traitements stimulants</u> :</p> <p>* étude des différents produits stimulants.</p> <p>* leur action sur l'écoulement et la régénération du latex.</p> <p>.../...</p>	<p>France, Côte d'Ivoire, Cameroun</p> <p>France, Côte d'Ivoire, Cameroun</p> <p>France, Côte d'Ivoire, Cameroun</p> <p>France, Côte d'Ivoire, Cameroun</p> <p>Côte d'Ivoire, Cameroun</p> <p>Côte d'Ivoire</p> <p>Côte d'Ivoire</p>	<p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p>

Activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir
- renforcées

: F
: C
: +

Division d'AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
2. <u>Opération : Etude des systèmes d'exploitation adaptés aux clones.</u>		
2.1. <u>Saignée précoce</u> - réduction de la période immature.	Côte d'Ivoire, Cameroun	C
2.2. <u>Mise au point de systèmes de saignée par clone :</u>		
* intervalle entre stimulation et saignée.	Côte d'Ivoire	C
* réduction de l'intensité de saignée (longueur d'encoche/Nbre de saignées).	Côte d'Ivoire, Cameroun, Indonésie	C
* mode de stimulation.	Côte d'Ivoire	C
* saignée périodique.	Côte d'Ivoire	C
2.3. <u>Etude du potentiel de production de chaque clone.</u>	Côte d'Ivoire	C
2.4. <u>Adaptation des systèmes de saignée aux conditions particulières :</u> conditions socio-économiques, âge des arbres, etc ...	Côte d'Ivoire, Indonésie	
2.5. <u>Mise au point d'outils de saignée les mieux adaptés au système et à la main-d'oeuvre.</u>		
3. <u>Opération : Etude des encoches sèches.</u>		
3.1. <u>Observation et suivi du phénomène au plan agro-économique.</u>	Côte d'Ivoire	C
3.2. <u>Compréhension du phénomène :</u>		
* au niveau histophysiologique.	Côte d'Ivoire, France	C
* au niveau pathologique.	Côte d'Ivoire	C
3.3. <u>Mise au point de méthodes de lutte.</u>	Côte d'Ivoire, France	C
.../...		

Activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir
- renforcées

: F
: C
: +

Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
<u>Opération : Etude des systèmes de récolte.</u>		
. Avantages et inconvénients des différentes formes de ramassage de la récolte (latex, coagula, etc ...).		+
. Etude des modifications à apporter dans la collecte de la récolte, en fonction de la production journalière du saigneur.		+
.../...		

Activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir
- renforcées

: F
: C
: +

Division d' AGRONOMIE : HEVEA

Nom du Programme	Localisation	Durée
Programme : LIAISONS RECHERCHES/DEVELOPPEMENT =====		
Opération : Transfert des résultats des recherches aux plantations industrielles et villageoises.		
Expérimentations d'accompagnement des projets.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Indonésie, Ghana	C
Connaissance des milieux villageois.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon	C
Etablissement de fiches techniques.	France, Côte d'Ivoire, Cameroun	C
Etude de systèmes de culture.	Côte d'Ivoire, Gabon, Indonésie	C
Opération : Etudes et Projets.		
Identification de projets d'hévéaculture.	Vénézuëla, Brésil, Colombie, Mexique, Libéria, Congo	C
Réalisation ou participation aux études de faisabilité de projets d'hévéaculture (recherche ou développement).	Indonésie	
Etudes technico-économiques.	Côte d'Ivoire, Gabon	C
Participation aux plans de développement nationaux.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon	C
Travaux de consultant ou d'expertise.	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Brésil, Indonésie, Colombie, Vénézuëla, Mexique, Vietnam, Thaïlande	C
Etudes socio-économiques		
Opération : Formation de cadres et techniciens de l'hévéaculture.		
Formation par des stages de courte durée (inférieure à 1 an).	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, France	C
Formation de longue durée (spécialistes, chercheurs, ingénieurs de développement).	France, Côte d'Ivoire	C

activités de recherches devant être :

- terminées dans les 3 ans à venir
- poursuivies au-delà des 3 ans à venir
- renforcées

: F
: C
: A

II - Affectation des chercheurs agronomes

DIVISION AGRONOMIE : Responsable Paul GENER

1) Cadres non chercheurs
(plutôt techniciens ou développeurs)

Programmes localisation	Amélioration génétique		Phytotechnie			PHYTOPA- LOGIE	Exploitation/ physiologie		R / D Agro- Eco	autres plantes à latex	Généra- listes hévéa	Total/pays		
	création études des clones	C I V	Techn. cultu- rales	Relation plante/sol climat	Cultures associées		Physio- logie	Systèmes de saignée				Cadres	Nat.	VSN
PARIS	D. NICOLAS (0,75)	(0,25)	M. de la SERVE		(0,5)	DESPREAUX			M. de la SERVE (0,5)			3		
MONTPELLIER	CHEVALLIER	CARRON ENJALRIC LARDET FOURET					JACOB PREVOT			SERIER (pm)		7		
GUYANE	RIVANO (0,25)		Franck RIVANO (0,25) PETAT (V.S.N.)			RIVANO (0,5)						1		1
COTE D'IVOIRE	CLEM-DEM. LEGNATE GNAGNE	LECONTE (0,5) DRENOU (VSN)	LECONTE (0,5) KELI		ZEHI (1)	TRAN.V.C.	LACROTTE SERRES + 2 bour- siers	COMMERE OBOUAYEBA	MAVEL ROUXEL		ESCHBACH	9	5	1
CAMEROUN	GOHET (0,25)		GOHET (0,25)			LEGOUPIL (VSN) GOHET (0,25)	LE COZ	GOHET (0,25)			LANGLOIS	3		1
GABON	JOBBE.D (0,25)		JOBBE-DUVAL (0,25)		FAUVEAU	JOBBE.D (0,25)		JOBBE.D (0,25)			de VERNOU	3	3 (1)	
INDONESIE									A.GOUYON		DELABARRE	2		
BRESIL	CHAPUSET (0,5)									CHAPUSET (0,5)	OMONT	2		
OTAL/THEME	6	5,75				4	5	2,5	3,5	0,5	5	30	5	3
OT./PROGRAMME	11,75		5,75			4	7,5		3,5	0,5	5	30 5 (+3)		
%	31 %		15 %			11 %	20 %		9 %	1 %	13 %			

III - Division Technologie

- . années 1982-1987**
- . années 1987-1990**

TECHNOLOGIESOMMAIRE DES RECHERCHES.

1. Programme : Valorisation du Caoutchouc Naturel.
 - 1.1. Sous-Programme : Spécification.
 - 1.1.1. . Etudes et méthodes.
 - 1.1.2. . Normalisation.
 - 1.1.3. . Mise au point d'un indice d'aptitude à la mise en oeuvre.
 - 1.1.4. . Détection des virgins.
 - 1.2. Sous-Programme : Usinage et économies d'énergie à la plantation.
 - 1.2.1. . Etude des lois du séchage des caoutchoucs granulés.
 - 1.2.2. . Coagulation séchage.
 - 1.2.3. . Substitution d'énergie.
2. Programme : Etude et développement du caoutchouc naturel.
 - 2.1. à moyen terme.
 - 2.1.1. . Caoutchouc à viscosité stabilisée.
 - 2.1.2. . Evaluation technologique du caoutchouc des nouveaux clones.
 - 2.1.3. . Valorisation du caoutchouc de saignée cumulée.
 - 2.2. à long terme.
 - 2.2.1. . Cristallisation à froid du caoutchouc.
 - 2.2.2. . Caoutchouc liquide.
 - 2.2.3. . Caoutchouc naturel thermoplastique.
 - 2.2.4. . Mélanges maîtres auto-renforçants.
 - 2.2.5. . Caoutchoucs émiettables.
3. Programme : Utilisation et transformation du caoutchouc brut.
 - 3.0.1. . Conseil aux manufacturiers.

(Détail dans les pages suivantes)

TECHNOLOGIE

1. Programme : Valorisation du caoutchouc naturel.

C'est la préoccupation essentielle (avec, depuis peu, les économies d'énergie) de l'IRCA en matière de recherches technologiques.

Deux domaines sont particulièrement abordés :

- . les spécifications techniques du caoutchouc naturel,
- . l'usinage et les économies d'énergie à la plantation.

1.1. Sous-Programme : Spécifications.

C'est la recherche hévéicole française qui est à l'origine du remplacement des ventes de caoutchouc sur critères visuels par des ventes de caoutchouc sur spécifications techniques. Les manufacturiers ont apprécié cette démarche qui est largement vulgarisée aujourd'hui. (plus de 45% de la production de caoutchouc naturel sont vendus sur spécifications techniques).

Tout un ensemble de recherches est greffé sur cette question des spécifications techniques :

- . Amélioration technique et économique de la qualité des modes opératoires de spécification.
- . Normalisation, au plan national comme au plan international, des méthodes retenues.
- . Recherches de nouvelles méthodes permettant de chiffrer l'aptitude à la mise en oeuvre des caoutchoucs.
- . Essai d'appréciation, par une technique simple et non destructrice, de l'importance des nodules de caoutchouc insuffisamment séchés dans les balles (ils gênent les manufacturiers pour la mise en oeuvre du caoutchouc en usine).

Opérations	Situation	1982-1984
1.1.1. <u>ETUDES ET METHODES</u>		
. Spécification de l'ensemble de la production de caoutchouc naturel.	Côte-d'Ivoire	C
. Contrôle de la validité des essais et adaptation de la méthodologie de spécification aux évolutions techniques ainsi qu'aux tendances du marché.	Cameroun	

Opérations	Situation	1982-1984
<p>1.1.2. <u>NORMALISATION.</u></p> <p>Les activités de normalisation sur un plan international au sein de l' ISO et français au sein de l' AFNOR, permettent, en liaison avec les manufacturiers et les autres instituts de recherche sur le caoutchouc, d'uniformiser les procédures d'essais, de les adapter en tenant compte de l'évolution des techniques industrielles et de fixer internationalement les critères et les limites de chaque classe des caoutchoucs vendus sur spécification technique.</p>	IRCA-PARIS	C
<p>1.1.3. <u>MISE AU POINT D'UN INDICE D'APTITUDE A LA MISE EN OEUVRE.</u></p> <p>Les manufacturiers demandent la mise au point d'un mode opératoire simple leur permettant de prédire l'aptitude à la mise en oeuvre du caoutchouc, car des caoutchoucs apparemment tout à fait semblables peuvent se comporter différemment en mélanges, et ceci gêne les manufacturiers.</p> <p>Il est important de sélectionner très soigneusement les échantillons de telle manière que l' IRCA soit capable de les reproduire à volonté, ce que les planteurs ne peuvent pas faire. Dans cette sélection, on fait intervenir un certain nombre de facteurs : époque de ramassage, fréquence et intensité de stimulation, condition de stockage des coagulas naturels, temps et température de séchage, condition d'usinage, temps de stockage du caoutchouc usiné.</p> <p>Ces échantillons sont ensuite testés : caoutchouc brut non mastiqué, caoutchouc ayant un minimum d'homogénéisation défini par les normes internationales, caoutchouc mastiqué prêt à être mélangé et, enfin, caoutchouc avec du noir de carbone.</p>	<p>IRAP-France (M. CHASSET)</p> <p>Côte d'Ivoire</p>	<p>C</p> <p>C</p>
<p>1.1.4. <u>DETECTION DES VIRGINS.</u></p> <p>Une méthode originale de détection des points non secs au coeur des balles de caoutchouc (virgins) est en cours de mise au point au laboratoire et devrait se poursuivre avec la mise au point d'un prototype à essayer sur usine de plantation.</p>	IRAP-France (M. CHASSET)	C

1.2. Sous-Programme : Usinage et économies d'énergie à la plantation.

L'usinage des caoutchoucs vendus sur spécification technique est coûteux en énergie et en main-d'oeuvre. L'étude des lois du séchage (qui n'a été faite par personne) et de la coagulation-séchage, vise à réduire ces postes de dépenses.

Une solution au problème des économies d'énergie pourrait être trouvée dans l'utilisation comme combustible à l'usine, en remplacement du fuel, des vieux hévéas abattus pour replantation. La technologie moderne offre, en effet, aujourd'hui, des chaudières à bois alimentant des turbines à contre pression de vapeur permettant de produire à la fois de l'électricité (alternateur) et de l'air chaud (échangeur vapeur-air). Tout progrès dans ce domaine peut avoir des retombées intéressantes pour l'industrie française.

Opérations	Situation	1982-1984
<p>1.2.1. <u>ETUDE DES LOIS DU SECHAGE DES CAOUTCHOUCS GRANULES.</u></p> <p>La mise au point d'un séchoir semi-industriel équipé d'instruments de mesure adéquats permet le suivi en continu du séchage du caoutchouc, afin d'en déterminer les lois et de connaître les paramètres de récolte et d'usinage susceptibles de les modifier.</p>	Côte d'Ivoire	C
<p>1.2.2. <u>COAGULATION-SECHAGE.</u></p> <p>Etude sur prototype d'une méthode originale de coagulation-séchage en continu du latex récolté en plantation, dans le but de réaliser d'importantes économies de main-d'oeuvre.</p>	Côte d'Ivoire	C
<p>1.2.3. <u>SUBSTITUTION D'ENERGIE.</u></p> <p>Des études sont entreprises dans le but de préciser les possibilités de substitution d'énergie, en remplaçant le fuel par le bois d'hévéa pour assurer les besoins en énergie des plantations :</p> <ul style="list-style-type: none"> . soit par la filière du gazogène alimentant directement les séchoirs et les groupes électrogènes, . soit par celle de sa combustion dans une chaudière alimentant une turbine entraînant un alternateur, comme il en existe dans certaines huileries de palme. La vapeur résiduelle "gratuite" sert alors au séchage du caoutchouc par l'intermédiaire d'un échangeur vapeur/air. 	IRCA-PARIS	F

2. Programme : Etude et développement du caoutchouc naturel (amélioration technique de la qualité du caoutchouc naturel, vue sous l'angle du consommateur).

Les manufacturiers du caoutchouc veulent, eux aussi, économiser l'énergie et mieux rentabiliser leurs lourds investissements (l'industrie du caoutchouc est la troisième pour le rapport "investissement par unité de travailleur").

L' IRCA développe à ce sujet des recherches à moyen terme et à long terme. Il revient, en effet, toujours aux producteurs d'améliorer la matière première destinée aux consommateurs, comme le font systématiquement les producteurs de caoutchouc synthétique. Et il ne faut pas, à cet égard, que le caoutchouc naturel soit en retard par rapport à son concurrent synthétique.

- 2.1. à moyen terme, il s'agit, par l'abaissement si possible de la viscosité, et en tout cas par sa stabilisation, d'obtenir des économies de temps et d'énergie à la "mastication", opération grosse consommatrice de kilowatts, qui se situe au début de la mise en oeuvre du caoutchouc.

Opérations	Situation	1982-1984
<p>2.1.1. <u>CAOUTCHOUCS A VISCOSITE STABILISEE.</u></p> <p>Après mise au point en laboratoire, suivi d'une production industrielle de caoutchouc à viscosité stabilisée (CV) issu de latex acidifié.</p> <p>Mise au point au stade industriel de caoutchouc CV issu de coagula des champs, fonds de tasse et polybags.</p>	Côte d'Ivoire	F
<p>2.1.2. <u>EVALUATION TECHNOLOGIQUE DES CAOUTCHOUCS ISSUS DES CLONES PLANTES EN COTE D'IVOIRE.</u></p> <p>Etude :</p> <ul style="list-style-type: none"> . de la variabilité des caractéristiques technologiques du caoutchouc provenant de la coagulation artificielle ou spontanée du latex suivant : <ul style="list-style-type: none"> - l'origine clonale, - les conditions d'exploitation, . et de la réduction de cette variabilité. <ul style="list-style-type: none"> - rédaction de fiches de clones 	Côte d'Ivoire	C
<p>2.1.3. <u>VALORISATION DU CAOUTCHOUC DE SAIGNEES CUMULEES.</u></p> <p>Un procédé mis au point en laboratoire assure à ce type de caoutchouc un PRI constant et de haut niveau, lié à la diminution et à la stabilisation de sa viscosité.</p> <p>Des recherches sont entreprises pour diminuer l'odeur gênante de ce caoutchouc.</p>	Côte d'Ivoire	C

2.2. à long terme, il s'agit :

- . d'une part, d'étudier fondamentalement les mécanismes de cristallisation du caoutchouc au stockage, qui cause des irrégularités et des dépenses pour le manufacturier puisque la viscosité du caoutchouc s'accroît, éventuellement d'un quart, entre sa production et sa consommation.

Opérations	Situation	1982-1984
<p>2.2.1. <u>CRISTALLISATION A FROID DU CAOUTCHOUC.</u></p> <p>Un appareillage et une méthodologie ont été mis au point pour évaluer la vitesse de cristallisation du caoutchouc. Les recherches se poursuivent sur des échantillons d'origine soigneusement sélectionnée, afin de mieux connaître ce phénomène et pouvoir, dans une phase ultérieure, y apporter un remède par la mise au point de caoutchouc ne cristallisant pas.</p>	IRAP-France (M. CHASSET)	C

- . d'autre part, d'essayer de mettre au point des caoutchoucs radicalement nouveaux permettant de réduire ou de supprimer la mastication, le mélangeage ou la coûteuse opération de vulcanisation.

<p>2.2.2. <u>CAOUTCHOUC LIQUIDE.</u></p> <p>Leur intérêt est de pouvoir donner au caoutchouc naturel les possibilités de compétition avec les caoutchoucs synthétiques liquides déjà commercialisés. Les travaux de l'IRCA ont conduit à la mise au point d'un système de préparation du caoutchouc liquide à la fois très simple et très séduisant directement à partir de latex.</p>	IRAP-France (M. PAUTRAT)	C
<p>2.2.3. <u>CAOUTCHOUC NATUREL THERMOPLASTIQUE</u></p> <p>L'obtention de caoutchouc thermoplastique à partir de caoutchouc liquide ouvre au caoutchouc naturel ce marché nouveau et en plein développement. En effet, les caoutchoucs thermoplastiques utilisés aujourd'hui sont tous d'origine synthétique.</p>	IRAP-France (M. BOCCACIO)	C

Opérations	Situation	1982-1984
<p>2.2.4. <u>MELANGES-MAITRES AUTORENFORCANTS</u></p> <p>La préparation des mélanges-maîtres autorenforsants à l'argile rouge a été étudiée au laboratoire. Elle a été suivie d'une fabrication semi-industrielle sur plantation ayant permis ensuite de mouler des pneus de bicyclette. Chez un manufacturier, une étude est en cours pour s'assurer de l'intérêt économique d'une éventuelle production industrielle. Des travaux se poursuivent pour améliorer le pouvoir renforçant de la charge par la recherche de nouvelles argiles et la mise au point de formules de mélanges adaptés.</p>	Cameroun	C
<p>2.2.5. <u>CAOUTCHOUC EMIETTABLE</u></p> <p>La mise au point d'un agent d'enrobage anti-adhésif permettra la préparation de caoutchouc granulé émiettable beaucoup plus facile et économique à mettre en oeuvre.</p>	IRAP-France Côte d'Ivoire	F +

3. Programme : Utilisation et transformation du caoutchouc brut.

<p>3.0.1. <u>CONSEILS AUX MANUFACTURIERS.</u></p> <p>Définition des meilleures conditions de formulation et de mise en oeuvre des caoutchoucs usuels ou spéciaux.</p> <p>Ces contacts avec les manufacturiers nationaux - voire internationaux - et la participation à des réunions professionnelles à l'échelle mondiale, permettent de suivre l'évolution technique et économique des caoutchoucs synthétiques d'usages généraux et de connaître ainsi la position évolutive de ces derniers par rapport au caoutchouc naturel. Cette connaissance est nécessaire pour faire évoluer les recherches de technologie dans le sens le plus favorable aux manufacturiers et donc aux producteurs de caoutchouc naturel.</p>	IRCA-PARIS Côte d'Ivoire Cameroun	C C
---	---	--------

DIVISION TECHNOLOGIE
PROGRAMMES ETABLIS EN FONCTION
DES CONCLUSIONS DE LA REUNION
THEMATIQUE TECHNOLOGIE DE MARS 1987

SOMMAIRE

	Page
a) RECHERCHE APPLIQUEE	2
a.1. Programme PRODUCTION	2
a.2. Programme USINAGE	2
a.3. Programme VARIABILITE DU CAOUTCHOUC	5
a.4. Programme CAOUTCHOUC MODIFIE	7
b) RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT	9
b.1. Programme USINAGE	9
b.2. Programme SPECIFICATION	9
c) DEVELOPPEMENT COMMERCIAL ET RELATIONS INTERNATIONALES	9
c.1. Programme RELATIONS INTERNATIONALES	9
c.2. Programme MARKETING	9
c.3. Programme NORMALISATION	9
d) ASSISTANCE TECHNIQUE ET FORMATION	10
d.1. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU LIBERIA	10
d.2. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE EN INDONESIE	10
d.3. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU BRESIL	10
d.4. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE EN CHINE	10
d.5. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE EN THAILANDE	10
d.6. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU GABON	10
d.7. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU VIETNAM	10
d.8. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE PAYS DIVERS : ZAIRE ...	10
d.9. Programme FORMATION DE STAGIAIRES A L'IFOCA	10
d.10. Programme FORMATION DE STAGIAIRES EN COTE D'IVOIRE	10
APPUI TECHNIQUE AUX CHERCHEURS	10
CONCLUSION	11

a) RECHERCHE APPLIQUEE

a.1. Programme PRODUCTION

a.1.1. Opération " Evaluation technologique des caoutchoucs issus des différents clones "

Cette opération concerne l'étude des caractéristiques technologiques des latex issus, d'une part des clones plantés industriellement en Côte d'Ivoire, d'autre part des nouveaux clones créés par le Département d'Etudes Agronomiques.

Cette dernière étude est réalisée en liaison étroite avec la Division Agronomie pour pouvoir établir des fiches technologiques par clone. Certains problèmes restent encore à résoudre :

- quelle quantité de latex minimum faut-il prélever pour déterminer les caractéristiques technologiques,
- critères d'analyse des propriétés technologiques,
- effet juvénile - valeur des résultats.

L'influence des méthodes d'exploitation sur les caractéristiques technologiques a été constatée. Une bibliographie sur ce sujet est nécessaire.

Cette opération de recherche pourra être étendue au Cameroun dès que l'IRA disposera des équipements nécessaires (crêpeuse, granulateur, séchoir) à cette étude.

<u>Action</u>	<ul style="list-style-type: none"> - propriétés technologiques des caoutchoucs issus de différents clones - influence des méthodes d'exploitation - étude des nouveaux clones - typologie clonale
<u>Localisation</u>	Côte d'Ivoire
<u>Exécutant</u>	VSN Côte d'Ivoire
<u>Durée</u>	Permanent
<u>Responsable</u>	M. Laigneau

a.2. Programme USINAGE

a.2.1. Opération " Procédés d'usinage des caoutchoucs issus des plantations industrielles et villageoises en Côte d'Ivoire "

Cette opération étant très générale et couvrant un domaine très vaste puisque c'est l'ensemble de l'usinage du caoutchouc naturel qui est en cause, il serait souhaitable de cibler les actions avec précision.

Une étude bibliographique préalable est nécessaire.

Actions envisagées actuellement :

- actions décrites dans le 5ème plan Hévéa
- récolte des latex et préservation en milieu villageois
- influence de la saignée en J7 sur la récolte du latex
- détermination des critères d'apparition du "fromage blanc"

<u>Localisation</u>	Côte d'Ivoire
<u>Exécutant</u>	M. Castagnola
<u>Durée</u>	5 ans
<u>Coordinateur</u>	M. Sainte Beuve

a.2.2. Opération " Procédés d'usinage des caoutchoucs de plantations industrielles au Cameroun "

Cette opération pourrait être menée par un VSN localisé à Kribi et qui travaillerait en étroite collaboration avec HEVECAM pour améliorer les procédés d'usinage et la qualité du caoutchouc.

Ce point devra être approfondi avec M. Messenger sur le plan administratif et financier, en liaison avec HEVECAM.

<u>Exécutant</u>	VSN
<u>Durée</u>	5 ans
<u>Coordinateur</u>	M. Sainte Beuve

a.2.3. Opération " Détection de virgins "

Action - conception et mise au point d'un détecteur de virgins.

Les premiers essais par hyperfréquence, réalisés avec une société d'électronique lyonnaise : la SAIREM, se sont révélés positifs; un prototype complet (caisse métallique enfermant la balle de caoutchouc, émetteur et récepteur) a été commandé à la SAIREM, et est arrivé fin Septembre au Mans.

Des essais, avec des balles fabriquées spécialement en Côte d'Ivoire, doivent avoir lieu en Novembre; une publication sera rédigée avant la fin de l'année par l'IRAP.

La détection des virgins reste un problème pour certains pays hévéicoles qui n'étaient malheureusement pas représentés lors de la réunion thématique du 10 Mars 1987.

Durée 3 mois - 3 ans. A la suite des prochains essais, et s'ils se révèlent négatifs, ce programme sera arrêté. Dans le cas contraire, une mise au point sur le terrain est envisagée.

Localisation IRCA/IRAP

Exécutants MM. Chasset - Touraine - Mary

Coordinateur M. Sainte Beuve

a.2.4. Opération " Séchage "

a.2.4.1. Action Détermination de la cinétique de séchage des granulés.

Une synthèse devra être réalisée, sur laquelle reposeront les nouveaux protocoles. Les actions de recherche seront orientées vers les coagulum crêpés et granulés de latex, puis de fonds de tasses.

Les modifications du séchoir expérimental devront être envisagées (vitesse de l'air, humidité relative); cette action devrait faciliter la conception d'une future installation dans le cadre d'un éventuel projet UNIDO.

Localisation Côte d'Ivoire

Exécutants M. Castagnola et VSN

Durée Permanent

Coordinateur M. Sainte Beuve

a.2.4.2. Action Lois de transfert de l'humidité dans une feuille et dans un granulé de caoutchouc naturel et applications.

Une thèse sur le séchage des feuilles de caoutchouc a été réalisée à l'USTL par M. Auria. Un futur thésard, M. Cousin, vient de finir son DEA sur le séchage du caoutchouc naturel à l'USTL. Il sera envoyé en Côte d'Ivoire en 1988 pour commencer une thèse sur le séchage des granulés.

Un séchoir solaire, financé par le GIS-séchage sera envoyé en Côte d'Ivoire pour mise au point avant d'être transféré dans un autre pays demandeur.

Localisation USTL Montpellier

Exécutants MM. Auria et Cousin

Durée Permanent

Coordinateur M. Sainte Beuve

a.2.5. Opération " Spécifications "

<u>Action</u>	Etudes et méthodes.
	Des études seront entreprises sur les méthodes d'essais en vue des propositions aux organismes de normalisation.
	Les essais interlaboratoires devront être poursuivis et exploités rapidement, de façon à permettre une amélioration constante de la qualité des mesures.
<u>Localisation</u>	LRCCP -IRCA/CIRAD - CIRAD Montpellier - M. Allet-Don - M. Mouton
<u>Exécutants</u>	LRCCP/IRCA - IRCA/IRAP - CIRAD Montpellier - M. Allet-Don - M. Mouton
<u>Durée</u>	Permanent
<u>Coordinateur</u>	M. Sainte Beuve

a.3. Programme VARIABILITE DU CAOUTCHOUC

a.3.1. Opération " Maîtrise de la viscosité du caoutchouc naturel "

<u>Action</u>	Amélioration des qualités CV existantes.
	Cette amélioration portera sur : <ul style="list-style-type: none"> - la couleur - la constance des caractéristiques de vulcanisation. <p>On tentera également d'améliorer les connaissances sur la matière première dans le but de s'affranchir dans la mesure du possible, de la sélection actuellement nécessaire pour produire un caoutchouc à viscosité donnée.</p> <p>Les sociétés MICHELIN et HUTCHINSON ont manifesté leur désir d'essayer des caoutchoucs stabilisés à la thiosemicarbazide; des échantillons leur seront envoyés.</p>
<u>Localisation</u>	France-Côte d'Ivoire-Cameroun-Thaïlande
<u>Exécutants</u>	IRCA/IRAP - IFOCA - M. Castagnola - M. Laigneau M. Mouton - M. Roudeix - VSN + x1*
<u>Durée</u>	5 ans
<u>Coordinateurs</u>	M. de Livonnière + M. X*

* Compte tenu de l'importance de ces opérations, il serait souhaitable de renforcer l'équipe présente en Côte d'Ivoire et au siège pour une meilleure coordination des opérations et une plus grande efficacité dans l'interprétation des résultats.

a.3.2. Opération " Propriétés rhéologiques du caoutchouc naturel "

- Action
- développement du plastorecouvremètre
 - indice de plastification.

Le développement de l'utilisation du plastorecouvremètre devra être poursuivi. A la lumière de dernières publications, on comparera les différentes méthodes de mesure de l'indice de plastification grâce à l'utilisation du viscosimètre Mooney dans des conditions particulières par rapport à la méthode utilisant un micromélangeur interne "Breakdown Index".

Une publication à large diffusion devra faire le point sur l'avancement des travaux. Une étude sur la vitesse d'absorption des charges (noirs de carbone) devra être entreprise en collaboration avec les manufacturiers.

- Localisation France - Côte d'Ivoire
- Exécutants IRCA/IRAP - M. Laigneau
- Durée Permanent
- Coordinateurs M. de Livonnière + M. X (voir page précédente)

a.3.3. Opération " Cinétique de vulcanisation "

- Action Etude des facteurs d'influence.

Compte tenu de son importance, cette étude devra être répartie entre plusieurs laboratoires et passera par les phases suivantes :

- définition des critères de vulcanisation (mélanges ? grillage Mooney, rhéomètre ? module ?
- définition d'une méthodologie générale pour l'étude des facteurs d'influence, répartition du travail)
- mise au point de méthodes de récoltes et d'usinage devant conduire à la fabrication de caoutchouc à cinétique de vulcanisation spécifiée.

- Localisation France - Côte d'Ivoire - Thaïlande
- Exécutants IRCA/IRAP - IFOCA - Université Paris VI - Université du Maine - M. Allet-Don - M. Laigneau M. Roudeix
- Durée 10 ans
- Coordinateurs M. de Livonnière + M. X.

a.3.4. Opération " PRI des caoutchoucs de fonds de tasses "

<u>Action</u>	Etude et suivi du PRI des caoutchoucs de plantations industrielles.
	Le problème du PRI est d'abord commercial, et lié à l'existence du schéma de spécifications actuel (norme ISO 2000). L'étude des facteurs influençant le PRI de façon saisonnière devra être abordée de deux points de vue :
	<ul style="list-style-type: none"> - étude technologique et suivi des variations saisonnières en Côte d'Ivoire, - une étude plus fondamentale confiée à un thésard par exemple dans les laboratoires des Professeurs Donnet ou Brosse.
<u>Localisation</u>	Côte d'Ivoire - Université
<u>Exécutants</u>	M. Allet-Don - M. Castagnola - VSN - thésard
<u>Durée</u>	3 ans
<u>Coordinateur</u>	M. Laigneau

a.3.5. Opération " Cristallisation "

Cette étude est terminée et fera l'objet d'une publication avant la fin de l'année.

M. Touraine devra se rendre à la MRPRA pour discuter de ces résultats avec M. Bristow avant la publication de son article.

a.4. Programme CAOUTCHOUC MODIFIE

a.4.1. Opération " Caoutchouc naturel liquide modifié et non modifié "

<u>Action</u>	Production et développement du LNR modifié et non modifié. Cette opération entre dans le cadre des projets ONUDI.
<u>Localisation</u>	France - Côte d'Ivoire - Gde Bretagne
<u>Exécutants</u>	IRCA/IRAP - M. Lemoine - M. Sylla - M. Allet-Don M. Laigneau - MRPRA
<u>Coordinateur</u>	M. de Livonnière

a.4.2. Opération " Mélanges-Maîtres "

<u>Action</u>	Développement des mélanges-maîtres
<u>Localisation</u>	Chine populaire
<u>Exécutants</u>	M. Liponski + M. X
<u>Coordinateur</u>	M. de Livonnière

a.5. Programme PLANTES A LATEXa.5.1. Opération " Guayule "

<u>Action</u>	<ul style="list-style-type: none">- Mise au point d'un procédé d'extraction du caoutchouc de guayule (GNR)- Etude des propriétés technologiques du GNR.
<u>Localisation</u>	France - Maroc - Brésil
<u>Exécutants</u>	IRCA/IRAP - Domaines Royaux - SUDHEVEA
<u>Coordinateur</u>	M. de Livonnière

b) RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

b.1. Programme USINAGE

b.1.1. Opération " Procédés d'usinage "

Action Appui technique aux plantations industrielles

b.1.2. Opération " Séchage "

Action Optimisation des séchoirs industriels

b.2. Programme SPECIFICATION

b.2.1. Opération " Spécification des caoutchoucs produits en Côte d'Ivoire "

b.2.2. Opération " Spécification des caoutchoucs produits au Cameroun "

c) DEVELOPPEMENT COMMERCIAL ET RELATIONS INTERNATIONALES

c.1. Programme RELATIONS INTERNATIONALES

c.1.1. Opération " Contacts avec les organismes financiers nationaux et privés "

c.1.2. Opération " Contacts avec les organismes financiers internationaux ONUDI/CEE/FAO/CNUCED/etc... "

c.1.3. Opération " Contacts avec les organismes de recherches IRRDB/Universités "

c.2. Programme MARKETING

c.2.1. Opération " Développement du LNR "

c.2.2. Opération " Développement du ELNR "

c.2.3. Opération " Contacts avec les manufacturiers "

c.3. Programme NORMALISATION

c.3.1. Opération " Contacts avec l'ISO - l'AFNOR "

d) ASSISTANCE TECHNIQUE ET FORMATION

d.1. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU LIBERIA

d.2. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE EN INDONESIE

d.3. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU BRESIL

d.4. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE EN CHINE

d.5. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE EN THAILANDE

d.6. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU GABON

d.7. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE AU VIETNAM

d.8. Programme ASSISTANCE TECHNIQUE DANS DES PAYS DIVERS : ZAIRE ...

d.9. Programme FORMATION DE STAGIAIRES A L'IFOCA

d.10. Programme FORMATION DE STAGIAIRES EN COTE D'IVOIRE

APPUI TECHNIQUE AUX CHERCHEURS

Documentation - bibliographie

Les demandes de documentation provenant de tous les agents IRCA travaillant en dehors de France devront être envoyées directement au CIDARC, à l'attention de M. Serier, avec copie au Siège.

Documentation technique et technico-commerciale

Une documentation technique et technico-commerciale devra être constituée au Siège de façon à pouvoir répondre efficacement aux demandes provenant des opérations d'assistance technique (en particulier Chine et Thaïlande); responsable M. Sainte Beuve.

Service Commandes

Il est assuré par le Siège; responsable M. Sainte Beuve.

Traductions

A Montpellier, le Professeur d'Auzac a découvert un traducteur qui semble donner satisfaction puisqu'il a traduit avec succès son dernier livre; il serait donc souhaitable de prendre contact avec ce dernier pour lui proposer des traductions.

Suivi et permanence au Siège

Une permanence est indispensable pour le suivi des projets en cours (par exemple : caoutchouc liquide).

CONCLUSION

Les programmes de recherche de la Division Technologie ont été globalement redéfinis.

Afin d'améliorer l'efficacité de la recherche , il serait souhaitable que chaque responsable ou coordinateur de programme conçoive et rédige avec les exécutants les protocoles de recherche . Ces derniers feront l'objet d'une réunion annuelle au cours de laquelle les résultats seront présentés et discutés.

Pour des raisons de commodité, cette réunion pourrait se tenir au moment du CSTC.

VALORISATION DU CAOUTCHOUC NATUREL

RECHERCHE APPLIQUEE						RECHERCHE/DEVELOPPEMENT		DEVELOPPEMENT COMMERCIAL ET RELATIONS INTERNATIONALES			ASSISTANCE TECHNIQUE ET FORMATION
PROGRAMME	PRODUCTION		TRANSFORMATION	VALORISATION		USINAGE	SPECIFICATIONS	RELATIONS INTERNATIONALES	MARKETING	NORMALISATION	ASSISTANCE TECHNIQUE & FORMATION
	PRODUCTION	USINAGE	VARIABILITE DU CAOUTCHOUC NATUREL	CAOUTCHOUC MODIFIE							
Opération	Evaluation technologique des caoutchoucs issus des différents clones	Procédés d'usinage en Côte d'Ivoire Procédés d'usinage au Cameroun Séchage Spécifications Détection de virgins	Maîtrise de la viscosité Propriétés rhéologiques Cinétique de vulcanisation PRI de caoutchoucs de fonds de tasses	Caoutchouc liquide Mélanges-maîtres	Guayule	Procédés d'usinage Séchage	Spécifications des caoutchoucs produits en Côte d'Ivoire Spécifications des caoutchoucs produits au Cameroun	Contacts avec les organismes financiers nationaux et privés Contacts avec les organismes financiers internationaux Contacts avec les organismes de recherche IRRDB/Universités	Contacts avec les manufacturiers Développement du LNR Développement du ELNR	Contacts avec l'ISO et l'AFNOR	Libéria Indonésie Brésil Chine Thaïlande Gabon Vietnam Pays divers IPOCA Formation de stagiaires en Côte d'Ivoire

IV - Affectation des chercheurs technologues

TABLEAU 1 : REPARTITION DES CHERCHEURS PAR THEMES EN 1990

THEMES LOCALISATION	TYPOLOGIE CLONALE	PROCEDE D'USINAGE	SECHAGE	MAITRISE DE LA VISCOSITE	PROPRIETES RHEOLOGIQUES	CINETIQUE DE VULCANISATION	PRI	CAOUTCHOUC LIQUIDE	SPECIFICATION NORMALISATION	LATEX CONCENTRE	RECHAPAGE	DEVELOPPEMENT	TOTAL PAR PAYS		
													Cadres		VSN
Exp.	Nat.														
PARIS		J. SAINTE-BEUVE (0,3)	J. SAINTE-BEUVE (0,3)	J.C. TOURON (0,1)	J.C. TOURON (0,1)	J.C. TOURON (0,1)	J.C. TOURON (0,1)	H. de LVONNIERE (0,4) J. SAINTE-BEUVE (0,3) J.C. TOURON	H. de LVONNIERE (0,1) J. SAINTE-BEUVE (0,1) J.C. TOURON (0,1)			H. de LVONNIERE (0,5)	2,5		
LE MANS	IRAP (0,1)	IRAP (0,1)		IRAP (0,1)	IRAP (0,5)	IRAP (0,1)	IRAP (0,1)	IRAP (0,5)	IRAP (0,1)				1,6		
MONTPELLIER			THESE COUSIN (1)										1		
COTE D'IVOIRE	J.C. LAIGNEAU (0,3) P. STEINER (0,5)	L. CASTAGNOLA (0,5)	L. CASTAGNOLA (0,5)	J.C. LAIGNEAU (0,3) P. STEINER (0,5)			J.C. LAIGNEAU (0,1) A. ALLET DON (0,1)	A. LEMOINE (0,8) J.C. LAIGNEAU (0,2)	A. ALLET DON (0,9)	J.C. LAIGNEAU (0,1) A. LEMOINE (0,2)	SYLLA (1)		3	2	1
CAMEROUN		L. FULLANA (0,1) P.Y. LAVERDURE (0,1)							L. FULLANA (0,9) P.Y. LAVERDURE (0,9)						2
THAILANDE												H. ROUDEIX (1)	1		
INDONESIE												S. PALU (1)	1		
Total/theme	0,9	1,1	1,3	1	0,6	0,2	0,4	2,2	3,1	0,3	1	2,5	10,1	2	3
%	6,0	7,3	11,9	6,6	4,4	1,3	2,6	14,6	20,5	2,0	6,6	16,6			

Les chiffres entre parenthèses correspondent aux imputations chercheur par thème par fraction d'année/chercheur

**INSTITUT DE RECHERCHES
SUR LE CAOUTCHOUC**

BILAN

1990

BILAN DES CINQ ANNEES PASSEES

Ce document est une synthèse des soixante trois textes adressés à la Direction par les agents consultés de l'IRCA, en réponse à un questionnaire général (copie ci-jointe) qui leur a été envoyé le 14/2/89 (Audit interne).



Comme suite à l'annonce parue dans IRCA-DOC n° 45 en date du 31 janvier 1989 et concernant le séminaire que nous nous proposons d'organiser à la mi année sur l'avancement et l'évolution possible de nos programmes de recherches, il y a lieu de préparer les documents à partir desquels conduire la réflexion. En conséquence, nous vous demandons comme à chacun :

1. de faire le bilan de vos activités professionnelles des 5 années passées en mettant particulièrement l'accent sur les résultats que vous avez obtenus au profit de l'hévéaculture industrielle et villageoise, mais aussi au bénéfice général de la progression de la connaissance scientifique utilisable dans d'autres secteurs d'activité ;
2. de proposer éventuellement pour les 5 prochaines années :
 - de nouvelles orientations à vos programmes de recherche actuelle,
 - voire de mettre en place de nouveaux programmes,

en indiquant sommairement les moyens complémentaires correspondants (personnel, équipement, etc ...),

3. d'une façon générale, de nous donner vos idées concernant la politique que devrait suivre l'IRCA pour remplir au mieux sa mission en matière de :
 - recherche sur la production et sur le produit,
 - aide au développement de la production et de sa transformation locale,
 - formation,
 - coopération scientifique (universités, partenaires européens...),
 - implantations géographiques,
 - relations internationales,
 - organismes de financement spécialisés,
 - etc ...

Ce texte, qui constitue pour nous **votre point de vue**, devra ne pas dépasser 2 ou 3 pages et nous parvenir avant fin mars via la direction locale -si elle existe- qui nous le transmettra avec éventuellement des commentaires.

*
* *

Nous vous indiquons que l'avis des personnels administratifs est également demandé, particulièrement pour les questions de politique générale.

Nous vous prions de croire à l'assurance de nos meilleurs sentiments.

Le Directeur,


J. Campaignolle



Institut de Recherches sur le Caoutchouc

Membre de l'International Rubber Research and Development Board

Paris, le 14 février 1989

Vous avez appris que nous allions organiser à la mi-année 1989 un séminaire sur l'avancement et l'évolution possible de nos programmes de recherches.

Il a été demandé au personnel scientifique de réfléchir et de faire des propositions dans le cadre de la lettre d'instructions dont vous trouverez ci-joint une copie.

En ce qui vous concerne, nous souhaitons connaître vos idées concernant la politique que devrait suivre l'IRCA pour remplir au mieux sa mission en matière de :

- recherche sur la production et sur le produit,
- aide au développement de la production et de sa transformation locale,
- formation,
- coopération scientifique (universités, partenaires européens...),
- implantations géographiques,
- relations internationales,
- organismes de financement spécialisés,
- etc...

Votre point de vue (en deux pages maximum) devra nous parvenir avant fin mars via la direction locale - si elle existe - qui nous le transmettra avec éventuellement des commentaires.

Nous vous prions de croire à l'assurance de nos meilleurs sentiments.

Le Directeur,

J. Campaignolle

P.J.-

Septembre 1989

BILAN DES CINQ ANNEES PASSEES

	<u>Pages</u>
AMELIORATION	1
PHYSIOLOGIE / EXPLOITATION	4
PHYTOPATHOLOGIE	7
TECHNOLOGIE	9
HEVEACULTURE VILLAGEOISE	15
DOCUMENTATION	18
FORMATION	19
IMPLANTATIONS GEOGRAPHIQUES	20
AGROFORESTERIE	21
AUTRES PLANTES A CAOUTCHOUC	22

Les relations scientifiques, les ressources propres, l'Administration ont été trop peu traitées par le personnel pour faire l'objet d'une quelconque synthèse.

AMELIORATION

Ce vaste programme inclut deux chapitres qui seront traités séparément : la sélection clonale et la multiplication par culture de tissu.

A. SELECTION CLONALE

Il faut citer :

- sur le plan international (localisation Côte d'Ivoire) l'introduction de quelques nouveaux clones (dont la collection Schultes), et le suivi des germplasms amazoniens de 1974 et 1981 (IRRDB),

- la création de clones IRCA : 15.000 légitimes ont été obtenus depuis 5 ans, essentiellement W x W et W x Am avec pour mère PB 5/51, PB 235 et PB 260, et mis à l'épreuve au fil des CES, CCPE et CCGE. Plusieurs clones IRCA sont ainsi "sortis" pour la première fois et ont été proposés aux planteurs. Dans l'ensemble, le matériel W x Am a une belle croissance, mais un niveau de production souvent médiocre. La qualité de la couronne foliaire a été prise en considération pour minimiser le risque de casse au vent,

- et la mise en place et le suivi de champs comparatifs qui, nombreux en Côte d'Ivoire, sont répartis entre la station et les plantations.

Les autres actions "Amélioration" peuvent être résumées ainsi :

- Cameroun :
 - . transfert d'une partie du germplasm 1981
 - . plusieurs champs comparatifs (à HEVECAM et CDC)
 - . démarrage avorté d'une station "amélioration" près de Kribi
- Gabon
 - . mise en place de champs comparatifs à HEVEGAB et AGROGABON
- Brésil
 - . mise en place, près de Recife, d'un CCPE de clones non brésiliens
 - . multiplication et transfert de ce matériel à Sao Paulo
 - . mise en place d'un fichier de suivi des 1200 ha d'hévéas du Pernambouc
- Guyane
 - . enrichissement des "collections vivantes"
 - . mise en place d'une parcelle de "légitimes" à haute densité conduite en élimination sélective
 - . mise en place de CCPE et CCGE (au total 18 ha - 60 clones) en conditions SALB : bonne croissance des brésiliens et de quelques clones IRCA ; mauvaise croissance pour les autres.

B. CULTURES DE TISSUS

Pour chacune des deux voies empruntées : microbouturage et embryogenèse somatique, on peut dire d'une façon générale que, au cours des 5 dernières années, les recherches de base mises en place en histologie, biochimie, physiologie, etc ... ont permis de sortir de l'empirisme et de rendre répétitifs des phénomènes autrefois aléatoires.

- En microbouturage, des progrès décisifs ont été obtenus
 - . en "rajeunissement" clonal (in vitro et in vivo) pour une bonne réactivité à la mise en culture,
 - . en contamination (ce qui a conduit à étudier le cas particulier des cultures d'apex),
 - . en multiplication indéfinie (par l'amélioration de la durée de vie des souches et par la division réussie de celles-ci),
 - . d'une façon générale, par une meilleure connaissance de l'incidence des paramètres physico-chimiques du milieu de culture sur le développement des tissus végétaux,
 - . enfin, en enracinement (y compris des explants secondaires) en vue de leur acclimatation en conditions naturelles.

Une production à petite échelle de microboutures (surtout seedling) a été mise en route :

- d'une part pour approvisionner la serre de Montpellier :
 - . matériel de travail des laboratoires,
 - . études générales sur la conduite des vitroplants (substrats, irrigation, fertilisation, traitements phytosanitaires, etc ...),
 - . et aussi observations de quelques microboutures clonales ,
- d'autre part :

pour envoi en Côte d'Ivoire en vue de mettre au point -ce qui est quasiment fait- l'endurcissement en milieu tropical humide de ce type de matériel végétal, ce qui a nécessité la construction à Bimbresso d'une serre d'acclimatation ; près de 2 ha sont aujourd'hui plantés.

Ces divers travaux (conduits dans un cadre interdisciplinaire fructueux) ont eu pour conséquence la position de leader international en microbouturage de l'IRCA, la production d'une thèse "Amélioration des conditions du microbouturage de l'*hevea brasiliensis*" et la participation à une société privée spécialisée.

- *Embryogenèse somatique.*

Sujette à divers facteurs limitants, l'embryogenèse somatique a fait l'objet, ces dernières années, de l'étude de certains d'entre eux, avec une collaboration active du laboratoire de physiologie végétale de l'USTL et du laboratoire de cytogénétique du CIRAD. En fait, il s'agit surtout de recherches de base destinées à mieux comprendre le phénomène ; citons entre autre l'effet des polyamines sur la callogenèse, le brunissement des tissus, la cyanogenèse de l'hévéa, etc ...

Partant d'un tissu, prélevé sur le tégument interne du fruit d'hévéa et mis en culture, il a été possible d'obtenir régulièrement des cals plus ou moins embryogènes. Pour le clone PB 260, on obtient déjà régulièrement, et en quantité, des embryons somatiques.

Une thèse a été passée : "Etude de la callogenèse chez *Hevea brasiliensis*, en vue de l'obtention d'embryons somatiques". Trois autres thèses sont en cours.

A noter un agrandissement substantiel de la serre IRCA de Montpellier, qui a permis de faire face à une gamme accrue de travaux : juvénilisation, greffage en cascade, acclimatation, etc ...

PHYSIOLOGIE - EXPLOITATION

Les résultats sont nombreux et importants, fruits d'une étroite collaboration entre les différentes équipes travaillant sur les systèmes de saignée et la physiologie : avant tout Montpellier (IRCA et Université), mais aussi Cameroun et Côte d'Ivoire.

En Recherches de base, il y a notamment :

. Sur le latex :

- l'étude des enzymes catalysant des réactions clefs du métabolisme des laticifères ; parmi les plus importantes, il faut citer l'invertase, la glutathion reductase, la pyrophosphatase alcaline, la pyrophosphofructokinase,

- l'étude sur l'alimentation glucidique et le métabolisme des laticifères ayant conduit (1) à la mise en évidence de l'importance de la disponibilité en saccharose sur la biosynthèse du caoutchouc : d'où le "test saccharose" qui donne le statut glucidique du panneau de saignée, (2) à la démonstration que l'éthylène a une action sur la perméabilité cellulaire à l'eau et au saccharose et sur le métabolisme de la production, (3) et enfin à la constatation que l'entrée du saccharose dans les laticifères fait appel à des mécanismes de transport actif dont la caractérisation est en cours grâce aux techniques électrophysiologiques,

- l'étude du pouvoir réducteur et la mise au point des mesures du potentiel redox dans le latex.

. Sur le tissu cellulaire, et dans la perspective d'une éventuelle modification des génomes d'hévéas, la possibilité désormais d'obtenir des protoplastes de feuilles, de pétioles et de tiges d'hévéa.

En Recherches appliquées découlant directement des recherches de base précédemment citées, il y a lieu de souligner :

- la mise au point du "diagnostic latex" (DL) et un peu plus tard du micro diagnostic (MDL), lesquels, à partir de l'analyse d'un certain nombre de paramètres du latex -et dans des conditions agronomiques données- permettent de fournir aux planteurs des informations précieuses sur l'état de sur ou sous exploitation de telles ou telles de leurs cultures. Ont été obtenues, pour les besoins d'une application du DL à échelle industrielle, d'une part, la standardisation et la simplification de méthode de récolte du latex, d'autre part, l'automatisation des dosages (sauf le saccharose),

- la mise en évidence d'une "typologie clonale", basée sur l'évaluation d'un certain nombre de paramètres du latex : les clones, et en particulier les clones recommandés, se répartissent dans des types distincts, nécessitant a priori des systèmes d'exploitation distincts ; d'où l'étude des systèmes de saignée adaptés aux clones.

- l'utilisation de cette observation en "amélioration" par le recours à des critères physiologiques de sélection précoce venant s'ajouter aux critères habituels de croissance, production juvénile, etc ...

- la mise en évidence -à partir de l'étude du frein de panneau sur GT 1- de relations entre les potentialités de production d'un clone donné et la physiologie du latex de l'aire drainée, selon le système d'exploitation proposé,

- les progrès accomplis dans la connaissance du phénomène de l'encoche sèche, et ce par une approche très diversifiée : histologique, physiologique, enzymatique, agronomique ; citons :

- . l'étude des arbres secs naturellement, laquelle a permis, à partir de plusieurs clones sur différents sites de Côte d'Ivoire, de déterminer les caractéristiques du phénomène : lame brune, nécrose, thyllosoïdes, ... Parallèlement a été essayée et réussie la reproduction de la maladie de l'encoche sèche jusqu'à son stade ultime à partir d'une stimulation d'intensité croissante : le suivi en microscopies optique et électronique ayant permis de retrouver les thyllosoïdes, et en microscopie à balayage de révéler des formations fongiques anormales,
- . l'établissement, pour un même clone sur plusieurs sites, de l'évolution des paramètres physiologiques au cours de la maladie,
- . l'étude de la NADH quinone reductase, productrice d'oxygène toxique dont l'excès peut conduire à une déstabilisation des lutoïdes et donc à l'encoche sèche. Des inhibiteurs de cette enzyme ont été testés, avec malheureusement des résultats décevants,
- . l'étude des "potentialités" d'un certain nombre de clones, pour notamment limiter le risque, en exploitant au-delà de ces potentialités, de provoquer l'apparition d'un taux exagéré d'encoches sèches,
- . la mise en évidence de quelques corrélations significatives entre certains caractères physico-chimiques du sol et le taux d'arbres secs qu'on y recense,
- . l'inventaire des "facteurs de risque" d'arbres secs, etc ...

- les progrès dans la pratique de la stimulation :

- . confirmation de l'ethrel comme meilleur stimulant actuel,
- . recherches de nouveaux supports (d'où l'IRCALENE) et de nouveaux adjuvants (détergents, mouillants, etc ...),
- . recommandation de l'emploi de l'ethrel en fonction de l'âge des arbres et du clone considéré.

En essais sur champs, enfin, il faut citer :

- la mise en place et le suivi, en Côte d'Ivoire (à la station de Bimbresso comme en plantation) de toute la gamme classique des essais de saignée :

- . ouverture (âge, hauteur),
- . saignée inversée,
- . saignées réduites (et même très réduites) stimulées, en vue notamment d'améliorer la productivité au saigneur,
- . saignée à mort (avant abattage), etc ...

- à ces essais, il convient d'en ajouter un certain nombre d'autres plus ou moins spécifiques de telles ou telles situations particulières, par exemple :

- . en Côte d'Ivoire : l'évaluation du potentiel de production d'un clone à l'aide de la sur-stimulation,
- . au Cameroun : la création d'un réseau d'expérience d'ouverture,
- . au Gabon : essais de saignée recourant d'emblée à la réduction d'intensité compensée par la stimulation pour trouver les systèmes convenant le mieux, d'une part, au prix très élevé de la main d'oeuvre, d'autre part, aux conditions particulières des plantations gabonaises qui sont souvent en altitude (≥ 600 m) et ont, de ce fait, des conditions particulières de température (froid) et d'ensoleillement (plutôt réduit),
- . en Indonésie : essais de saignée (et études) en milieu villageois, qui ont montré par exemple (1) que le remplacement du S/2 D/1 par une saignée alternative de deux S/2 pouvait faire monter la production de plus de 15 % (l'arbre est en D/1 mais les encoches sont en D/2), (2) que les saignées intensives sur seedlings avant abattage facilitent les replantations dans la mesure où elles procurent des surcroûts de revenus, (3) que, en "jungle rubber", un minimum d'application à la saignée pouvait accroître la production de 15 à 20 % (notamment par la réduction du taux d'encoches sèches, inévitablement élevé en D/1).

*

* *

A noter encore :

- l'étude comparative des systèmes laticifères de l'hévéa, Maniçoba, Mangabeira et guayule,
- l'amorce d'une conduite pluridisciplinaire de la Physiologie/Exploitation, qui se rapproche de l'"Amélioration" (sélection), la Phytotechnie (nutrition minérale), la Phytopathologie (maladie de feuilles) et de la Technologie (introduction dans les choix clonaux d'une donnée "qualité technologique du caoutchouc").
- un gros effort de publication : 38 ont été faites à l'occasion de colloques, revues internationales, chapitres de livres, rapports de recherches, cours, etc ... y compris (1) un ouvrage de références bibliographiques (et ses 2 additifs de mise à jour) à l'usage international (IRRDB) utilisant le logiciel Texto, (2) sans oublier le livre (en anglais) de MM. d' AUZAC, JACOB et CHRESTIN "Physiologie of Rubber Tree Latex". A quoi, il convient d'ajouter 9 publications du Laboratoire de Physiologie Végétale de l'USTL,
- et un volume important d'assistance et services rendus par le laboratoire de Montpellier :
- . analyses pour l'agro : 3000 échantillons de feuilles/an
300 échantillons de terres,
- . analyses pour la techno : plus de 250/an (cendres, N, impuretés).

En conclusion, la Physiologie/Exploitation est apparue, au cours de ces 5 années, comme l'un des points forts de l'IRCA, aussi bien sur le plan français (crédibilité acquise auprès des planteurs) que sur le plan international (M. JACOB, Liaison Officer du Groupe Physio de l'IRRDB).

PHYTOPATHOLOGIE

Bien que la phytopathologie n'ait pas toujours donné l'impression (faute de moyens appropriés) d'être un programme à part entière, beaucoup de travail a été fait pour lutter contre les maladies de l'hévéa : maladies de racines, de tronc, de branches et de feuilles.

- Maladies de racines : Fomès

Outre une évaluation des pertes par maladies de racines en Côte d'Ivoire, le problème a fait l'objet d'une quadruple approche :

- . lutte agronomique : choix d'une méthode de préparation des terrains à la plantation, qui permette une élimination aussi complète que possible des résidus ligneux,

- . lutte chimique : une méthode a été mise au point à partir de la callixine, comprenant :

- * détection (c'est-à-dire examen des collets) et marquage des malades et voisins,

- * traitement (à faire dans des conditions précises d'application pour en limiter le coût) ; comme la callixine s'est parfois révélée décevante ailleurs (Cameroun), identification et testage au champ dans divers pays, de nouveaux fongicides : Alto, Baufidan, etc ..

- * lutte génétique : recherche de génotypes résistants pour une éventuelle utilisation comme porte-greffe après multiplication par culture de tissu : 7 individus sur 480 mis à l'épreuve du fomès, ont bien résisté malgré 6 années consécutives de contamination

- * lutte biologique : avec le CTFT et l'université de Nancy, repérage d'un champignon lignivore, le lentinus, montrant une importante action antagoniste de distance et de contact avec fomes, sans être du tout nocif pour l'hévéa. Peut-être une insuffisance d'effort dans ce domaine à l'IRCA.

Autre maladie de racine, moins étendue en Afrique, semble-t-il, que Fomès, mais à surveiller : l'*Armillaria*, dont l'étude en est à ses débuts.

- Maladies de panneaux

Des molécules aussi efficaces que Difolatan ont été repérées : Sidofan, Apron, Aliette, Folpan, etc ... Aujourd'hui, à condition de traiter régulièrement les panneaux, on a une bonne maîtrise du phytophthora.

- Maladies de branches

Le parasite des branches, *Loranthus*, n'a guère fait l'objet d'études sérieuses. Le fait de couper les rameaux parasités n'est guère une solution pratique car, outre le fait que c'est une opération difficile à mener, le parasite réapparaît rapidement.

- Maladies de feuilles

Deux d'entre elles ont fait l'objet d'études suivies : *Colletotrichum*, qui sévit au Cameroun et au Gabon, *Microcyclus ulei*, qui sévit en Amérique du Sud (entre autre en Guyane).

. *Colletotrichum gloeosporides*

Certaines observations ont été faites sur les différences clonales de sensibilité à la maladie. Il est apparu ainsi que GT1 était véritablement sensible, tandis que PB 260 ne l'était pas. Des études fondamentales menées à l'USTL pour expliquer le fait, ont permis de mettre en évidence l'existence de stomates de nervure faciles d'accès aux tubes germinatifs des champignons, et peut-être de composés phénoliques, préexistants ou induits, caractéristiques de la résistance ; une thèse est en cours sur le sujet.

De bons résultats ont été obtenus, semble-t-il, au Cameroun, en pratiquant "l'esquive" (chute provoquée des feuilles à l'ethrel, de façon que la refoliation se situe à un moment défavorable à la prolifération du champignon. Une thèse a été faite sur le sujet). En tout cas, le feuillage d'HEVECAM paraît aujourd'hui tout à fait normal.

Au Gabon, par contre, les choses sont compliquées par le fait que, naturellement -du fait d'une localisation à l'équateur, sans doute- on n'observe pas (en tout cas pas encore) de cycle marqué de défoliation. Des essais d'"esquive" sont en cours, suivis ou non de traitements fongicides divers au moment de la refoliation, mais il est trop tôt pour donner les résultats.

. *Microcyclus ulei*

Le problème est étudié en Guyane où l'IRCA dispose d'un laboratoire de phytopathologie et de deux abris-pépinières voisins pour travailler, sans oublier le vaste champ d'expériences que constituent les cultures expérimentales de Combi (où sont comparés 60 clones en condition SALB). Ces résultats apparaissent encourageants, tant au niveau des clones (il y en a qui se comportent mieux que d'autres) qu'au niveau des recherches, en ce sens que la Guyane ayant vraisemblablement toutes les races de *Microcyclus ulei*, est bien placée vis-à-vis de ses partenaires pour conduire un programme de recherches sur le *Microcyclus ulei*.

PHYTOTECHNIE

Pour les principaux volets de ce programme :

- préparation du matériel végétal,
- fertilisation,
- densité,
- entretien des cultures,
- fichier-bloc,
- acclimatation des vitroplants, etc ...

les résultats suivants ont été indiqués.

- **Préparation du matériel végétal** : réussite technique, bien que apparemment peu retenue par les planteurs, du mini-greffage (ou greffage juvénile) qui présente a priori les avantages :

- . de pouvoir étaler les périodes de greffage,
- . d'améliorer le taux de réussite,
- . de conférer une certaine homogénéité aux cultures, puisque en plantant à un stade où la greffe est largement sortie, on peut ne choisir, pour planter, que les mieux réussis.

- **Fertilisation** : le moins qu'on puisse dire est qu'on a peu observé de résultats positifs dans les essais de la Côte d'Ivoire, en particulier sur la production ; sans doute par insuffisance de temps-chercheur consacré au sujet, à moins que ce soit tout simplement parce que l'hévéa, arbre peu exigeant aux niveaux de production actuels, trouve grosso modo ce dont il a besoin dans les sols auxquels l'IRCA est généralement confronté. Des recommandations ont néanmoins été mises au point -il y a des cas où la fertilisation est nécessaire a priori- pour les pépinières, les cultures immatures et les cultures en production (fumure d'entretien, et selon DF).

Au Cameroun, où un survey DF suivi de recommandations est effectué tous les ans sur 15.000 ha (CDC) avec 50 sites témoins, il n'y aurait eu qu'un résultat nettement positif.

Au Gabon, enfin, où il s'agissait de tester les sols de différents sites possibles pour créer de nouvelles plantations, il a été mis en place sur chacun d'eux un essai d'engrais standard. Pour les suivis par DF, il y a eu des difficultés du fait de l'incertitude de l'âge des feuilles, consécutive à une défoliation pour le moment très désordonnée.

- **Densité** : il n'y a plus, à proprement parler, d'essais de densité en cours de suivi. Par contre, quand cela s'est avéré possible, des variantes de densité ont été introduites dans les expérimentations agronomiques : faible densité, forte densité ramenée à la densité normale par élimination sélective, témoin ...
- **Entretien des cultures** : le désherbage chimique a fait l'objet de nombreux travaux qui ont contribué à la mise à disposition des planteurs d'une gamme variée de produits à la fois performants, plus ou moins adaptés à la flore locale et d'un coût acceptable (notamment, en privilégiant les techniques "bas volume"). Dans les pays à main d'oeuvre chère (Guyane, Gabon), le recours à l'entretien chimique est quasiment obligatoire. La lutte contre l'Eupatorium a été particulièrement étudiée, du fait de son importance dans la préparation des terrains en conditions villageoises.
- **Fichier-bloc** : un système de "suivi des cultures" au fil des ans, et intégrant les principales données utiles aux planteurs pour avoir une base solide d'appréciation sur ce qu'il convient de faire dans telle ou telle situation, a été mis au point et développé en grandes cultures à partir de blocs de référence représentatifs (autant que faire se peut) des différentes surfaces homogènes des plantations. Ce travail s'est inscrit dans le cadre plus large de l'initiation qui a été faite d'une base de données agronomiques.
- **Acclimatation des vitroplants** : à partir de plants en tube envoyés par Montpellier, a été étudiée en Côte d'Ivoire l'acclimatation des microboutures (seedlings), par la mise au point des différents paramètres environnementaux : température, hygrométrie, substrat, nutrition minérale, protection sanitaire, etc ... d'où est sorti finalement un "protocole standard de sevrage". Aujourd'hui, et dans ces conditions, le taux de survie de ces microboutures est de 90 %.

A noter aussi quelques abandons d'essais : greffage de couronne, mottes Melfert, utilisation d'antitranspirant au plantage.

TECHNOLOGIE

A. RECHERCHES

- Détection des virgins (IRAP). Ce programme a connu beaucoup de déboires. L'emploi des "hyperfréquences" s'étant révélé prometteur, un appareil utilisant ce type d'ondes a été commandé à une société spécialisée.

- Cristallisation à froid du caoutchouc (IRAP). Le programme a été arrêté sans avoir apporté réellement de solutions au problème.

- Caoutchouc naturel thermoplastique (IRAP).
- Mélange-maître renforçant.
- Caoutchouc émiettable.

Les études correspondantes sont achevées et sont en attente de développement.

- Aptitude à la mise en oeuvre du caoutchouc (IRAP et Côte d'Ivoire). La recherche d'un indice d'aptitude à cette mise en oeuvre a abouti à la création d'un plastoélasticimètre (variante améliorée d'un "plastorecouvremètre" plus ancien) ; cet appareil, qui n'est pas encore tout à fait opérationnel, est très prometteur.

- Caoutchouc à viscosité stabilisée : mise au point des traitements permettant de stabiliser la viscosité du caoutchouc (de latex et de coagula) à la valeur exigée par les manufacturiers. En particulier, fabrication de 10 CV et de 5 CV (60) à partir du caoutchouc de jeunes GT 1.

- Procédés d'usinage (Côte d'Ivoire) : peu de travaux, pour la bonne raison qu'il n'y a pas véritablement d'usine à Bimbresso. A noter toutefois la réalisation :

- . d'un inventaire des équipements d'usine : schéma de lignes d'usinage, avec consommation d'énergie et besoins en main d'oeuvre correspondants,
- . et d'une étude sur la valorisation du caoutchouc de saignées cumulatives (polybags) ; cette étude a été arrêtée faute d'intérêt pour les planteurs à ce type de collecte, tous comptes faits moins favorable économiquement que le système classique de ramassage latex/secondaires.

- Séchage (Côte d'Ivoire et USTL)

- . arrêt du programme de coagulation-séchage en continu, faute de résultats probants et parce qu'il y avait d'autres travaux prioritaires,
- . construction (et perfectionnement) à Bimbresso d'un pilote susceptible d'enregistrer électroniquement l'évolution du séchage, en fonction d'une gamme étendue de paramètres, et sur lequel un certain nombre d'expériences ont pu être suivies, donnant des informations précises sur la cinétique de séchage des granules de taille, d'épaisseur de couche et de préparation (SHA, levure) variées, et débouchant en fin de compte sur une modélisation mathématique du phénomène,
- . une thèse sur le séchage des feuilles a été réalisée ; une autre sur le séchage des granules est démarrée,
- . construction, à Montpellier, à des fins villageoises, d'un séchoir solaire et testage en cours en Côte d'Ivoire,
- . enfin, un projet STD II séchage a été adressé à la CEE ; un autre, plus important, à l'UNIDO.

- Propriétés technologiques des caoutchoucs

- . étude de l'influence de la densité de plantation,
- . étude de l'influence des caractères clonaux : les résultats sur le caoutchouc de latex sont disponibles,
- . essai de raccrochement aux paramètres physiologiques couramment suivis dans le latex, pour avoir une idée, dès le tout jeune âge, des caractéristiques technologiques du caoutchouc de tel ou tel génotype repéré en sélection précoce.

- Latex centrifugé (Côte d'Ivoire) : remise en route, avec le concours d'une société de plantation intéressée, de la centrifugeuse IRCA et étude de l'aptitude à la centrifugation d'un certain nombre de clones courants.

- Variabilité du caoutchouc naturel : début d'étude du phénomène et de recherche des ses causes et de ses remèdes.

- Caoutchouc liquide (LNR-IRPRENE) : il y a eu deux contrats successifs UNIDO/IRRDB sur le sujet.

Au titre du premier contrat, ont été réalisés :

- . la mise en place d'un pilote à Bimbresso (200 kg par opération),
- . et divers travaux destinés
 - à améliorer le rendement de la réaction de dépolymérisation,
 - à réduire les coûts de production (intrants, énergie),
 - à traiter les effluents.

Au titre du deuxième contrat, ont été réalisés :

- . le remplacement du séchoir par un séchoir plus performant,
- . divers travaux destinés à améliorer la stabilité du produit,
- . la mise au point d'une méthode d'époxydation au laboratoire, puis sur le pilote,
- . et la création d'un laboratoire d'analyse, aujourd'hui opérationnel (détermination des caractéristiques moléculaires).

- Spécifications techniques : à noter diverses études menées pour affiner certains points :

- . influence de l'homogénéisation sur certaines caractéristiques du caoutchouc naturel brut,
- . influence de la température sur le module,
- . utilisation d'un nouvel agent peptisant pour la détermination des impuretés.

Au total, il y a eu près de 7.000 déterminations à des fins de recherches.

- Normalisation. Nous citerons :

- . l'inclusion de la classe 5 CV dans la norme ISO 2000 et l'envoi au Bureau de Normalisation du Caoutchouc Naturel des observations et suggestions relatives au projet de norme ISO/DIS 249 concernant la détermination de la teneur en impuretés du caoutchouc naturel,
- . et la réalisation de certaines recherches au Cameroun sur le PO/PRI (impuretés, matières volatiles) en vue d'une révision des normes ISO et NF.

B. AIDE AU DEVELOPPEMENT

- Spécifications des caoutchoucs de plantation.

. Côte d'Ivoire.

En 5 ans environ 200.000 tonnes de production ont été "spécifiées" : ce qui a nécessité l'analyse de 30.000 échantillons correspondant à quelque 200.000 déterminations.

En outre, 360 échantillons ont été préparés pour les besoins des essais interlaboratoires. Dans l'ensemble, il y a eu une bonne concordance des résultats, sauf pour le PRI où il y a un problème d'étuve.

. Cameroun

Comme en Côte d'Ivoire, il y a eu, au cours de la période considérée, un fort accroissement du nombre d'échantillons à analyser : de 3.000 en 1983 on est passé à 8.000 en 1988. Par ailleurs, il y a eu à Ekona un essai d'harmonisation des méthodes pour tous les laboratoires du Cameroun pour pouvoir n'analyser que 10 % des échantillons prélevés sur la production journalière.

Dans les deux cas, il y a eu :

- informatisation de l'enregistrement des données,
- mais aussi des travaux de plus en plus nombreux de maintenance des équipements dont le vieillissement devient inquiétant.

- Autres actions technologiques outre-mer.

. Vietnam

Installation d'une usine à l'IRCV (FAO). Préparation d'un projet caoutchouc chloré demandé par l'UNIDO.

. Chine

Création d'un réseau de laboratoires de contrôle de qualité du caoutchouc produit par Hainan (CEE).

Etude concertée SCATC/IRCA sur la création à Hainan d'une usine pilote de fabrication de mélanges-maîtres caoutchouc/argile.

. Thaïlande

Symposium franco-thaïlandais réunissant un certain nombre d'industriels, universitaires et chercheurs des deux pays.

Détachement d'un expert IRCA à Bangkok pour la poursuite des relations bilatérales entre industriels français et thaïlandais et pour la préparation d'un projet de création d'un laboratoire de contrôle de qualité.

. Libéria

Création d'un laboratoire de contrôle de qualité et réhabilitation de l'usine de Gbarnga.

. Indonésie

Détachement d'un expert au BPP Sembawa pour la réhabilitation de l'atelier de traitement du caoutchouc du Centre et assistance technique auprès des petits planteurs et des "remillers" pour améliorer la qualité.

- *Inde*

Démarrage d'une coopération avec le RRII consistant, pour la technologie, à l'accueil de chercheurs indiens destinés à travailler avec l'IRCA.

- *Pays africains*

A noter, enfin, la signature d'une convention d'assistance de l'IRCA à l'ACNA (Association professionnelle du caoutchouc naturel en Afrique) dont l'objet premier est le contrôle de qualité des caoutchoucs africains, y compris l'organisation des essais parallèles, pour éviter toute dérive insidieuse dans la validité des résultats des différents laboratoires concernés.

HEVEACULTURE VILLAGEOISE

Les "cultures associées" concernant essentiellement les petits planteurs, nous avons choisi de les inclure dans l'Hévéaculture villageoise qui comprendra ainsi deux thèmes majeurs : **cultures associées** et **socio-économie**.

A. CULTURES ASSOCIEES

Bon travail sur les cultures intercalaires en Côte d'Ivoire :

- enquête sur ce que font d'eux-mêmes les "villageois" (7 planteurs étudiés) : associations culturelles, mode de faire valoir, etc ...
- introduction de "recherches d'accompagnement" sur les cultures vivrières intercalaires dans les 5e et 6e Plans Hévéa,
- conduite de divers essais : variétés, fertilisation, défense des cultures, rotation, etc ...

Les principaux résultats peuvent se résumer ainsi :

- les cultures intercalaires profitent aux hévéas (mieux que le pueraria),
- les variétés sélectionnées donnent dans l'ensemble de meilleurs résultats que les variétés locales,
- la fumure minérale a des effets "incertains" :
 . plus sur la croissance que sur la production,
 . en cas de succession de cultures intercalaires, ce qu'on met à une culture ne profite pas forcément à la suivante,
- l'utilisation des produits phytosanitaires (pesticides, fongicides) n'a pas été non plus très concluante (en fait, il y a eu peu d'attaques),
- diverses associations sont envisageables en intercalaires : riz, maïs, arachide, igname, bananiers, etc ...

Au **Gabon**, un premier contrat STD I a été conduit à son terme, et un deuxième contrat STD II acquis. Divers vivriers intercalaires ont été essayés, mais aussi des cultures pérennes : cacaoyers.

En **Indonésie**, une communication a été faite à l'ANRPC, relative à un système de conduite séquentielle des replantations avec vivriers intercalaires (riz).

B. SOCIO-ECONOMIE VILLAGEOISE

Sur le thème de l'"Hévéaculture villageoise" et de ses insuffisances, un certain nombre d'actions ont été conduites en Indonésie, Thaïlande et Libéria, et une petite autre initiée en Guyane.

Indonésie

Au *BPP Sembawa* (orienté vers les problèmes villageois), l'IRCA a

- apporté une assistance aux cadres de l'Institut :
 - . en participant à l'établissement de programmes de recherches et en montant des essais,
 - . en rédigeant des documents destinés à des bailleurs de fonds :
 - * extension de la station à 2000 ha de cultures + usine,
 - * augmentation du revenu paysan au moyen d'un "farming system" intégré (USAID),
 - . en améliorant l'atelier de traitement de la production de caoutchouc de la plantation et en visitant les petits planteurs et les industriels.
- et initié une étude socio-économique dans les plantations villageoises périphériques de l'Institut.

Cette étude a permis, entre autres :

- . de mieux comprendre le fonctionnement de l'hévaculture paysanne, encadrée ou non,
- . de formuler des propositions pour son développement,
- . d'élaborer des méthodes d'observation et d'analyse des systèmes de production paysanne à base d'hévéas,
- . de constater que, ni les méthodes de recherches, ni les recommandations techniques mises au point pour les plantations industrielles ne peuvent être entièrement appliquées aux plantations paysanne ; il faut
 - * un volet recherches de base pour tous,
 - * un volet de recherche/développement pour les plantations industrielles et un autre pour les plantations villageoises qui doit prendre en compte les contraintes.

Un programme d'essais à conduire en milieu villageois a été établi et son financement assuré.

A la *DGE Jakarta*, l'IRCA a apporté sa contribution à la conception et au suivi des vastes projets de développement hévéicoles, de caractère villageois, financés par la WB, et à la coordination du programme "support technique" demandé par le SRDP au *BPP Sembawa*.

Thaïlande

Démarrage d'une étude socio-économique, voire anthropologique, d'une région d'hévéaculture villageoise du sud du pays, en concertation avec l'Institut des Hautes Etudes Sociales.

Libéria

Réalisation d'une étude socio-économique du milieu hévéicole villageois, dans le cadre d'une convention CEE, pour préparer la réhabilitation de cette culture au niveau "petits planteurs".

Guyane

Initiation d'un projet-pilote villageois de 20 ha, accepté dans le cadre des contrats de Plan 1989-1992. L'hévéa figure ainsi, en principe, dans la liste des cultures pérennes à envisager pour l'avenir.

DOCUMENTATION

Il peut être résumé de la façon suivante :

- Veille active -et dans certains cas poussée (Guayule)- des autres plantes à caoutchouc (Maniçoba, Mangabeira).
- Transfert du Service Documentation à Montpellier (CIDARC).
- Création d'un thesaurus "caoutchouc".
- Informatisation de toute la chaîne documentaire et en particulier :
 - . des références bibliographiques (enrichies de mots clefs et souvent d'un résumé ; ces références ont constitué la "matière première" du bulletin bibliographique inséré dans IRCA-DOC depuis septembre 1988,
 - . du "mailing list" qui comprend près de 700 adresses différentes, gérées par un programme interactif simple permettant une édition rapide d'étiquettes-adresses.
- Connexion avec les banques de données internationales.
- Publications :
 - . Rapports annuels : volume fortement augmenté, et partie technique traduite en anglais.
 - . RGCP : 25 articles écrits par la Documentation sur les 47 publiés durant ces 5 dernières années.
 - . IRCA-DOC : le nombre de pages/numéro est passé de 50 à 130 en gardant la même périodicité. Succès de la BD.
 - . CSTC : tenue des réunions plénières, rédaction et diffusion du compte rendu.
- Réponse à toute demande émanant de chercheurs IRCA ou de l'extérieur.

FORMATION

Il y a eu beaucoup d'actions de formation. Certes, c'est dans les attributions de l'IRCA, mais du fait de l'absence de toute structure d'accueil, elles ont entraîné un certain gaspillage de "temps/chercheur".

Les points de formation ont été principalement Montpellier et la Côte d'Ivoire, mais le Cameroun, le Gabon, l'Indonésie ont apporté aussi une certaine contribution.

La formation a été dispensée de diverses manières :

- par des cours :
 - . en France : au CNEARC et à l'ISTOM, par exemple ; mais aussi en recourant à des écoles spécialisées (IFOCA) ;
 - . O.M. : Ecole des Cadres Ruraux d'OYEM, par exemple ;
- en accueillant des personnes venues d'ailleurs :
 - . préparation de diplômes (DEA, thèses, ...)
 - . en spécialisation (cadres de plantation, de laboratoire, d'usine, régisseurs, moniteurs, encadreur,
 - . en voyage d'études,
 - . en visites (écoles, ...)
- et en produisant des documents d'information, par exemple le "Manuel du Planteur" en Indonésie.

IMPLANTATIONS GEOGRAPHIQUES

Peu de commentaires autres que ceux déjà plus ou moins faits au cours des analyses précédentes et qu'il n'y a donc pas lieu de reprendre.

Un résumé de la situation de ces dernières années pourrait être le suivant : outre la France (Montpellier) et la Côte d'Ivoire (Bimbresso), il y a d'autres points de recherches et de recherches/développement comme le Cameroun (Ekona - CDC/HEVECAM), le Gabon (CATH-HEVEGAB/AGROGABON), l'Indonésie (DGE/AARD), la Thaïlande (RRIT, Universités), la Guyane (Kourou/Combi), le Brésil (IBAMA/IPA).

AGROFORESTERIE

Il y a eu diverses observations sur la place de l'hévéa dans ce thème. J'en citerai quelques unes :

- arbre de forêt à l'origine, l'hévéa doit être considéré aussi comme une essence de reboisement. Il pourrait :
 - . être une solution pour la récupération de certaines terres abandonnées,
 - . et apporter une contribution à la lutte contre l'érosion en sols tropicaux humides
- l'hévéa n'est pas polluant, en particulier il peut généralement pousser sans engrais ni autre produit de traitement. Il faut donc insister sur son côté culture écologique de boisement et proposer aux sylviculteurs de reforester, à l'occasion, avec des hévéas. La sélection pourrait s'intéresser à l'obtention de clones à croissance rapide et à forte production de bois, le latex devenant accessoire
- MONTENY (ORSTOM) a travaillé en grande partie sur couvert hévéa pour sa thèse : "Contribution à l'étude des interactions végétation-atmosphère en milieu tropical humide - importance du rôle du système forestier dans le recyclage des eaux de pluie."

AUTRES PLANTES A CAOUTCHOUC

Il se rapporte essentiellement à 2 accords passés avec SUDHEVEA au Brésil, pour des actions à développer dans le NE, à partir de l'IPA (Recife) :

- principalement le Guayule, dont l'introduction a été difficile, car, bien que originaire des régions semi-désertiques du Mexique, cette plante nécessite au départ, une pluviométrie régulière et pas trop abondante, c'est-à-dire des conditions climatiques assez différentes de celles du NE où les extrêmes sont courants : sécheresse, inondations. A la suspension du projet, en 1988, les résultats pouvaient se résumer ainsi :

- . mise au point des techniques de préparation des plants et obtention des semences,
- . quelques réussites d'implantation,
- . mais des difficultés : maladies, mauvais enracinements.

A noter que des meilleurs résultats ont été obtenus au Maroc où une cinquantaine d'hectares de guayule ont été plantés, en concertation technique avec l'IRCA, et qui, malheureusement, sont maintenant en attente de montage d'un atelier pilote d'extraction du caoutchouc (projets UNIDO à l'étude).

- Plus récemment, le Maniçoba, dont l'adaptation à la sécheresse est remarquable, et qui peut devenir à divers titres une culture intéressante pour la région : caoutchouc, fourrage, reboisement, ... A partir d'une station de l'IPA, un certain nombre d'études ont été menées sur cette plante :

- . conservation et germination des semences,
- . microbouturage in vitro,
- . variabilité phénotypique de la population,
- . production et époque d'exploitation.

Une réunion s'est tenue il y a quelques mois pour faire le point des connaissances sur le Maniçoba et définir une stratégie pour la reprise de sa culture dans le NE.

- Citons encore (pour mémoire) le Mangabeira.

**INSTITUT DE RECHERCHES
SUR LE CAOUTCHOUC**

**REFLEXIONS SUR
L'EVOLUTION DES PROGRAMMES**

1990

PROGRAMME AMELIORATION GENETIQUE DE L'HEVEA

1. INTRODUCTION

Que devrait être un programme idéal d'amélioration de l'hévéa?

- des ressources génétiques à la carte, c'est à dire la disponibilité de collections d'individus dont on connaîtrait la composition génétique et que l'on pourrait choisir comme parents potentiels selon le ou les caractères que l'on désirerait améliorer.

- une connaissance du déterminisme génétique de ces caractères et de leur héritabilité telle que l'on puisse prédire la probabilité d'obtention d'individus intéressants par recombinaison.

- la possibilité de recombinaison des individus sans aucune contrainte de temps et d'effectif.

- obtenir dès la recombinaison des individus clonés dont on pourra juger de la qualité à l'aide de tests les plus précoces et les plus faciles d'emploi.

- collectionner les génotypes obtenus à perpétuité et n'importe où, pouvoir les multiplier dans un minimum de temps.

Il ne peut être question d'apporter les solutions à de tels objectifs dans le cadre d'une réflexion sur l'évolution du programme à moyen terme, mais ceci peut cependant constituer la ligne directrice des opérations à poursuivre et à entreprendre dans le cadre du programme d'Amélioration Génétique de l'Hevea mené par l'IRCA.

2. LA BASE CENTRE DU PROGRAMME: LA STATION DE BIMBRESSO EN R.C.I.

2.1. Avant-propos

Un programme d'Amélioration génétique de l'Hevea demande environ 5 ans pour sa mise en route dans un site où il existe déjà une implantation hévéicole; il s'agit de collecter le matériel végétal pour constituer une collection de travail (réalisation de champs d'observations, de croisements par pollinisation artificielle, production de graines en jardin grainier...), de former les personnes rattachées au programme (observateurs de terrain, calculateurs, pollinisateurs, techniciens d'encadrement ou de laboratoire), de mettre au point l'application de techniques spécifiques (jardins de floraison précoce, obtention de légittimes, réalisation sur le terrain d'expériences à très grand nombre de traitement, méthodes d'application des critères de sélection ...).

Cinq nouvelles années seront à nouveau nécessaires pour produire les premiers résultats, lorsque plusieurs campagnes de production d'hybrides observés en CES auront permis de cumuler les renseignements sur les meilleures familles, les meilleurs parents potentiels, le niveau des seuils de sélection, lorsque les premiers CCPE auront été clos et interprétés, lorsque les premiers CCGE auront été installés.

Enfin, encore cinq ans s'avéreront nécessaires pour produire les premiers résultats applicables au développement: les résultats obtenus en CCPE seront confirmés en CCGE, les premiers blocs monoclonaux seront mis en place chez les planteurs, des recommandations clonales pourront être initiées.

2.2. Bilan du programme

Le programme d'Amélioration génétique de l'Hevea entrepris par l'IRCA a débuté en Côte d'Ivoire en 1973. Globalement, il a suivi les délais retenus au chapitre précédent. En 1990, après 18 ans, il se situe en phase de plein rendement au point de vue de la création du matériel végétal, de la sélection de clones. Cela se traduit par l'édition de fiches de clones synthétisant les résultats obtenus sur plusieurs expériences sur de nombreuses années, et par la publication annuelle d'une recommandation de clones pour les nouveaux projets de réalisation de plantations.

Le bilan peut se traduire par les chiffres suivants:

- 3 200 origines en collection,
- 250 000 pollinisations artificielles effectuées,
- 25 000 génotypes légitimes créés,
- 800 clones mis en CCPE,
- 50 clones mis en CCGE,
- 50 expériences à grande échelles mises en place,
- 20 blocs monoclonaux installés chez les planteurs,
- ...

2.3. Evolution des actions engagées

Le premier objectif du programme Amélioration est évidemment de poursuivre l'action engagée: les investissements consentis tant du point de vue du temps chercheurs, des efforts de concentration du matériel végétal et des informations, des réalisations sur le terrain et de la constitution d'une équipe réellement performante doivent être poursuivis sans relâchement ou dispersion.

Le programme mené à Bimbresso doit évoluer, en tenant compte des résultats déjà acquis grâce aux travaux menés conjointement en Côte d'Ivoire et en France. Seule la poursuite des activités évoluant dans le cadre du partenariat franco-ivoirien permettra d'aboutir aux progrès attendus.

Les activités qui y sont engagées ont comme objectif de mettre à la disposition des planteurs (sociétés industrielles ou planteurs villageois) les clones les plus performants et les mieux adaptés aux conditions agroclimatiques du contexte hévécicole ivoirien en priorité, mais aussi aux conditions particulières de l'ensemble du continent africain.

2.3.1. Activités de collection et de diffusion

A conserver mais en tenant compte qu'il ne s'agit pas d'activités de recherches et qu'il est urgent de former un technicien pour s'en occuper. Il convient de souligner ici qu'une collection ne peut être figée et qu'il faut se situer au coeur des échanges de matériel végétal pour être assuré de pouvoir disposer des meilleurs clones du moment; une politique de rétention à ce niveau serait illusoire puisqu'une simple branche prélevée sur n'importe quel arbre du clone permet le début de sa multiplication.

2.3.2. Activités d'accroissement des connaissances du matériel végétal

A conserver ; les fiches de clones et les recommandations clonales sont à réactualiser périodiquement, et même à amplifier par la constitution d'un réseau inter africain permettant de juger la qualité du matériel dans de plus nombreuses expériences et surtout dans des conditions d'environnement différentes (ce thème sera repris ultérieurement). Pour ce qui concerne les interaction clones/ autres facteurs agronomiques (densité, dispositif de plantation, porte greffes ...) la plantation du GO a permis un réel effort dans ce sens, mais les contraintes de temps chercheur et de terrain sont très fortes; ces activités ne pourront être soutenues que si un partenaire s'y implique. Les études portant sur l'interaction clone/système d'exploitation devront être poursuivies: elles constituent l'une des originalités et l'une des forces des programmes en agronomie menés à Bimbresso.

Il convient de noter ici que jusqu'à présent le matériel végétal est constitué de clones de greffes. Comme chacun sait, les progrès réalisés en CIV, surtout en microbouturage vont amener les chercheurs comme les développeurs à considérer un nouveau type de matériel végétal constitué de clones d'arbres entiers. Nous reprendrons ce thème de réflexion pour en faire un chapitre particulier.

2.3.3. Activité d'enrichissement du patrimoine génétique

Un très gros effort ayant été consenti ces dernières années, on peut dire que maintenant, les sélectionneurs de Côte d'Ivoire disposent d'un ensemble de ressources génétiques très satisfaisant concernant l'*Hevea brasiliensis* et qu'il n'y a pas lieu d'engager d'autres actions dans ce sens, si ce n'est que de profiter de diverses opportunités qui peuvent se présenter. Soulignons toutefois que les autres espèces *Hevea* sont faiblement représentées et qu'il y aurait lieu d'engager d'éventuelles actions pour les étoffer.

2.3.4. Activités d'évaluation du matériel végétal

Nous regrouperons dans ce chapitre tous les thèmes de recherche concernant la connaissance de la génétique de l'hévéa, qu'il s'agisse de l'évaluation agronomique ou génétique des ressources, la création de marqueurs génétiques, l'appréciation des valeurs parentales...

Il s'agit d'un ensemble de recherches de base indispensables à la conduite raisonnée du programme d'Amélioration. Les idées les plus novatrices doivent être prises en compte, ce qui implique des liens étroits avec des laboratoires de pointe le plus souvent situés hors Côte d'Ivoire: Nous citerons les laboratoires de l'INRA pour la génétique quantitative, les laboratoires d'AGETROP et de Louvain en Belgique pour les marqueurs génétiques, les laboratoires de Singapour, du CNRS et d'autres pour la biologie moléculaire... Des liens ont été créés et demandent pour être entretenus des contacts fréquents entre les chercheurs concernés; la mobilité des chercheurs de Côte d'Ivoire et leur capacité d'accueil doit se situer à un haut niveau.

Rappelons qu'un chercheur ivoirien (Hyacinthe Legnate) poursuit un travail de thèse sur la génétique quantitative de l'hévéa.

2.3.5. Activités de création et de sélection de nouveaux clones.

Ces activités sont à poursuivre avec la même intensité. Le rythme actuel d'une campagne de pollinisation par an est à maintenir, ainsi que la réalisation annuelle d'un CCPE et d'un CCGE de 5 à 6 clones. Le sélectionneur s'est ainsi constitué une collection de clones "IRCA" fort conséquente. La constitution d'un fichier géniteurs est à entreprendre, son suivi donnera lieu à des publications périodiques.

Il est bien connu que des contraintes fortes viennent contrarier le développement idéal de ce programme:

Il peut s'agir de contraintes techniques comme la réussite faible à la pollinisation: le problème sera sans doute posé au niveau de l'IRRDB, mais d'oires et déjà l'IRCA doit envisager les solutions à ce qui représente un véritable goulot d'étranglement.

Il peut s'agir de contraintes de temps et d'espace, amenant à considérer l'importance des critères de sélection précoce. Ce thème a particulièrement été travaillé ces dernières années, une synthèse exhaustive des résultats doit finaliser cette recherche. Un chercheur ivoirien (Michel Gnagne) doit défendre une thèse sur ce thème.

Certains axes de recherche auront abouti (critères physiologiques, méthodologie de la sélection en CES, en CCPE...), d'autres n'auront été qu'ébauchés (résistances aux maladies, à la casse due au vent...), ils seront traités dans un chapitre ultérieur.

Jusqu'à présent, seule la pollinisation artificielle était utilisée pour créer du matériel végétal. Il est maintenant envisagé d'initier la création de jardins grainiers bi clonaux et de jardins de pollinisation libre en isolement pour obtenir des illégitimes, ceci avec le double objectif de disposer de familles à forts effectifs et de réduire les coûts de production d'hybrides. Un financement CEE (contrat STD 2) a été obtenu pour réaliser ces jardins grainiers, mais des études plus fondamentales doivent être entreprises pour répondre à des questions jusqu'à présent restées sans réponses sur la biologie de la reproduction (taux d'autofécondation, dispersion du pollen...). Cette étude doit utiliser des marqueurs génétiques et de ce fait obligatoirement impliquer le laboratoire d'AGETROP déjà en relation avec le RRIM sur ce thème (la possibilité de recruter un étudiant ivoirien en thèse a été évoquée, mais il y a déjà 2 chercheurs en thèse sur le programme et l'isolement scientifique risque d'être trop important. Y a-t-il en France des laboratoires susceptibles d'être motivés sur ce thème?

Enfin, la constitution d'un fichier géniteurs est à entreprendre; son suivi donnera lieu à des publications périodiques.

2.4. L'EQUIPE DE BIMBRESSO

Ceci constitue une revue des actions de recherche déjà engagée dans le cadre du programme mené en Côte d'Ivoire.

L'équipe de recherche est constituée de:

- 1 chercheur senior expatrié, A.Clément-Demange , le responsable du programme dans son ensemble; il assure le contrôle de l'ensemble des opérations et réalise l'étude agronomique des clones expérimentés à grande échelle, qui aboutit à l'établissement des fiches clones et à la classification clonale pour la Côte d'Ivoire. Il suit particulièrement avec les autres chercheurs l'étude méthodologique de la sélection précoce et les essais portant sur l'évaluation et l'utilisation des nouvelles origines.
- 1 chercheur de nationalité ivoirienne en cours de thèse, M.Gnagne, responsable de la sélection sur jeunes seedlings en CES et sur les nouveaux clones en CCPE. Il suit tous les essais concernés en champ de leur mise en place à leur interprétation; son travail de thèse porte sur la définition et la mise en oeuvre des critères de sélection précoce en CES.
- 1 chercheur de nationalité ivoirienne en cours de thèse, H.Legnate, responsable de la conduite des campagnes de pollinisation et de l'établissement des plans annuels de croisement et d'un fichier de géniteurs, en association avec les autres chercheurs de l'équipe; son travail de thèse porte sur l'étude de l'hérédité chez l'Hevea.
- 1 ingénieur de l'agriculture à engager qui suivra la gestion des jardins à bois et la réalisation des expériences en champs.
- 1 équipe technique parfaitement rodée à la spécificité des travaux d'amélioration-sélection.

Il convient de souligner le bon esprit de coopération au sein d'une équipe franco-ivoirienne, dans laquelle les chercheurs nationaux sont appelés à prendre à moyen terme les plus grandes responsabilités .

Bien qu'ils soit rattachés au programme phytotechnie, nous ajouterons à cette liste les chercheurs ayant une activité orientée sur les microboutures; Il s'agit de:

- 1 chercheur expatrié à , A.Leconte, responsable à 50% de son temps des problèmes liés au passage en champ des microboutures
- 1 VSN en contrat sur financement SMH chargé des problèmes d'accueil et d'endurcissement des vitroplants

2.5. LES INFLEXIONS DU PROGRAMME

En première conclusion, cette revue rapide des activités du programme Amélioration Génétique en Côte d'Ivoire montre qu'elle doivent être poursuivies dans leur ensemble en tenant compte de certaines inflexions à redéfinir au fur et à mesure des résultats (l'utilisation du germplasm par exemple nécessite une réflexion continuelle sur la meilleure stratégie à mettre en oeuvre). Certaines actions ne pourront être entreprises que si un partenaire accepte une collaboration scientifique, ce qui conditionne leur programmation dans un plan à 5 ans; il s'agit alors de rester très attentifs quant aux possibilités qui peuvent se présenter.

D'autres thèmes par contre peuvent apparaître plus prioritaires et leur adoption peut entraîner des décisions d'organisation ou de financement qu'il convient d'appréhender dès maintenant pour pouvoir prendre les mesures qui s'imposent. Nous en voyons trois particulièrement importants qui peuvent être traités à la fin de ce chapitre concernant la Côte d'Ivoire: la culture in vitro, la lutte contre les adversités et la recommandation clonale en milieu villageois.

2.5.1. La culture in vitro

La micropropagation par microbouturage ou embryogénèse somatique devrait progressivement remplacer le greffage sur seedling. En conséquence la sélection de nouveaux clones élites sous forme de greffés sera insuffisante: pour exploiter au mieux les avantages conjugués de la sélection et de la micropropagation, il convient de sélectionner de nouveaux clones en tant qu'arbres entiers, sur leurs propres racines.

La création d'un laboratoire de culture in vitro destiné à l'expérimentation doit être envisagée au sein de l'équipe Amélioration, à proximité des champs de création d'hybrides. L'intérêt d'un tel laboratoire ne se limite pas à la production de clones de microboutures: la résolution de plusieurs problèmes clefs du programme passe vraisemblablement par la culture in vitro:

- L'obtention de légittimes par pollinisation artificielle reste difficile malgré toutes les tentatives faites pour améliorer la technique par des méthodes horticoles classiques; de toute évidence, le sauvetage d'embryons dans un premier temps, la recombinaison somatique par fusion cellulaire ensuite représentent les voies d'approche les plus prometteuses.

- La sélection opérée au stade seedling reste entachée d'un défaut méthodologique qui est l'impossibilité de dissocier les effets génotype/milieu. Ce problème pourra être résolu par la multiplication végétative par microbouturage (à l'échelle d'une dizaine d'individus par génotype) des nombreux hybrides créés chaque années pour leur mise en expérimentation.

- Au fur et à mesure de l'avancement du programme, les clones s'accumulent. La gestion de leur conservation et de leur multiplication en jardins à bois classiques représentent des difficultés de plus en plus grande et des coûts d'entretien très importants. La collection in vitro résoudrait bien des problèmes.

L'introduction de cette technique dans le programme de sélection peut se faire en 2 étapes:

- étude de l'interaction génotype/mode de multiplication en comparant des greffés et des microboutures (cette étude est déjà engagée)
- orientation délibérée du programme de sélection vers la création de clones de microboutures par l'adoption de cette technique à toutes les phases de la sélection.

Il faudra alors faire appel à un laboratoire dont les objectifs seraient les suivants:

- mise au point et utilisation de la maturation d'embryons zygotiques et de la germination in vitro.
- clonage à petits effectifs par microbouturage des génotypes pour la réalisation des CES et CCPE.
- création d'une vitrothèque.

De toute évidence, le centre de recherche qui réussira la bonne intégration de la culture in vitro à un programme de sélection actif verra son efficacité considérablement accrue; l'IRCA en a la possibilité scientifique, un des projets les plus sûrs d'aboutir à des résultats concrets serait la réalisation d'un laboratoire sur la station de Bimbresso, d'en harmoniser le fonctionnement avec les laboratoires de l'IRCA et de la SMH à Montpellier et de l'intégrer aux programmes en cours (Amélioration, Phytotechnie, phytopathologie).

Pour un tel projet, il convient de considérer la réalisation, l'organisation et le fonctionnement selon un calendrier prévisionnel et en relation avec les autres programmes en cours.

Actuellement, les activités rattachées à la culture "in vitro" concernant la réception de matériel végétal provenant de Montpellier, le sevrage-forçage de celui-ci en serre, son durcissement en pépinière et son passage en champs.

Un chercheur sur enveloppe recherche (A. Leconte) et un VSN en contrat prolongé sont actuellement occupés par ce programme. Les activités de recherche vont progressivement décliner, ne justifiant plus la présence d'expatriés d'ici 1 à 2 ans. Le poste de VSN entièrement financé par la SMH disparaît et le poste enveloppe recherche jusqu'à présent consacré à ces recherches sur le microbouturage deviendrait disponible.

Un ingénieur ivoirien (IAB) pourrait être recruté pour gérer cette activité accueil de microboutures de Montpellier-passage en champs; il serait sous la responsabilité de la phytotechnie. Son activité aurait deux objectifs différents:

- réaliser une pépinière centrale de vitroplants destinés à être distribués sur l'ensemble des plantations de Côte d'Ivoire qui en ferait la demande,
- acclimater les vitroplants destinés aux expérimentations en champ menées par l'IRCA et qui seraient ensuite pris en charge par le programme concerné à savoir: l'Amélioration pour la partie microboutures en CES et en CCPE ou CCGE, la Phytotechnie pour la partie étude du système racinaire, réalisation des plantations et nutrition minérale, la Phytopathologie pour une éventuelle étude sur la résistance au Fomès.

Il est ainsi envisageable que l'activité "pépinière centrale" permette d'autofinancer l'ensemble du dispositif.

- * Le financement de la réalisation du laboratoire serait à rechercher en 1990
- * Sa réalisation pourrait être entreprise en 1991
- * Son fonctionnement pourrait commencer en 1992
- * La formation de l'ingénieur ivoirien pourrait avoir lieu en 1991
- * Le responsable du laboratoire pourrait prendre ses fonctions en 1992
- * En 1993, le laboratoire pourrait être fonctionnel

Il nous semble utile de rappeler qu'il s'agit d'un laboratoire destiné à l'expérimentation agronomique. Ce serait une petite structure relativement peu onéreuse (il convient cependant de chiffrer avec précision son coût de fonctionnement) qui ne pourra fonctionner que si le jumelage avec Montpellier se fait dans de bonnes conditions. Ceci n'est d'ailleurs possible que grâce à l'antériorité et au volume des activités de Montpellier. Les autres Instituts de recherche sur le caoutchouc qui ont investi dans cette voie (Malaisie, Inde, Chine...) ont été contraints à des investissements nettement plus importants.

Ce laboratoire pourrait ainsi constituer le trait d'union France-Montpellier/Côte d'Ivoire-Bimbrasso sur ce programme de la multiplication in vitro.

2.5.2. Approche génétique pour la lutte contre les adversités

2.5.2.1. Maladie de racines, le Fomès

Jusqu'à présent, seul le niveau famille illégitime a été exploré en ce qui concerne la résistance génétique au Fomès. Les résultats se sont montrés décevants, irréguliers et impossibles à exploiter à l'échelle de la plantation. Seule, la multiplication clonale du système racinaire pourrait rendre utilisable une éventuelle résistance génétique.

Le thème revient donc d'actualité avec la culture in vitro.

Une expérimentation en cours a pour objet de rechercher des individus résistants, de les isoler, de les observer et de les multiplier végétativement (par microbouturage). Il convient ensuite de vérifier qu'il s'agit bien de résistance stable au parasite et d'en déterminer la nature. Les individus résistants pourront être évalués pour leur caractéristiques agronomiques et/ou pour leur valeur comme porte greffe clonal.

Enfin, un screening des clones actuellement reconnus pour leur valeur agronomique pourrait être entrepris pour la recherche de résistance partielle, susceptible de limiter la vitesse de propagation de l'épidémie.

Si les recherches qui viennent d'être décrites n'aboutissent pas, on pourrait avoir recours à la variabilité disponible dans le germplasm.

Les étapes chronologiques d'une méthode analytique pourraient être les suivantes (il ne s'agit là que d'une réflexion préliminaire) :

- étude de la variabilité génétique du parasite et de sa biologie,
- étude des relations hôte/parasite pour comprendre le ou les mécanisme de résistance mis en jeux.
- mise au point d'un ou plusieurs tests pouvant servir de critère de sélection précoce.
- étude du déterminisme génétique des facteurs de résistance avec comme objectif la recherche de géniteurs et l'établissement d'une stratégie de recombinaison.

2.5.2.2. Maladies de feuilles

Une méthodologie de test de résistance au *Colletotrichum* a été mis au point au Cameroun et toute une gamme de clones a été testée. Cette méthode pourrait être précisée et mise en application dans le schéma de sélection à Bimbresso. Il serait en effet souhaitable que les clones créés en Côte d'Ivoire fassent l'objet d'un test de classement vis à vis de la sensibilité aux maladies de feuilles *Colletotrichum* et *Corynospora*, cette dernière étant de plus en plus perçue par les phytopathologistes comme un réel danger pour l'Hevea. Mais il convient de rappeler que ce problème concerne surtout l'Afrique Centrale (et éventuellement la Guinée); Les maladies sont présentes en Côte d'Ivoire mais n'y provoque pas de dégâts durables considérables. On peut donc se demander s'il est légitime d'appliquer une pression de sélection sur ce critère, qui s'exerce d'ailleurs sans aucun doute naturellement sur les individus situés en CES. Il conviendrait que les pays les plus concernés prennent en charge ce problème spécifique de sélection. Nous reprendrons cette idée dans le cadre de l'établissement d'un réseau inter africain.

2.5.2.3. Aspect particulier du *Microcylus*

Devant la gravité de cette maladie et les risques d'introduction en Afrique et en Asie, d'importants travaux ont été réalisés ces 40 dernières années en Amérique du Sud. A l'heure actuelle, seule la lutte génétique est envisageable. Elle n'a pas abouti jusqu'à présent à la création de clones présentant à la fois des caractéristiques agronomiques et de résistance satisfaisantes. La mise en oeuvre d'un programme de sélection sur ce thème nécessite de rechercher un partenaire prêt à s'engager dans un long terme sur ce sujet. (se reporter au chapitre "Amérique du Sud, Guyane").

Une éventuelle participation de la Côte d'Ivoire à un tel programme pourrait consister à créer des familles par pollinisation artificielle à la demande, et même évaluer les géotypes en CES pour n'envoyer en zone infestée que ceux qui ont un niveau de production satisfaisant.

Une telle intervention nécessite évidemment des discussions scientifiques et organisationnelles préalables.

2.5.2.4. L'encoche sèche

De l'avis de l'ensemble des chercheurs concernés, ce phénomène est l'aboutissement d'un stress provoqué par une ou plusieurs causes qui seraient d'ordre nutritionnel, hydrique, physiologique, pathologique... A l'heure actuelle, aucune discipline n'est en mesure de résoudre ce problème; on ne peut aboutir qu'à un compromis entre réduction du phénomène et rentabilité des plantations.

Il apparaît que ce phénomène est marqué par une grande diversité clonale: certains clones sont résistants, d'autres sensibles sans que l'on puisse déterminer les facteurs de cette sensibilité avec certitude. La voie de la sélection offre donc une possibilité si l'on considère que ce caractère est un critère de sélection agronomique important.

Le sélectionneur peut intervenir à plusieurs niveaux:

- celui des champs de comportement, en appréciant la gravité du phénomène en relation avec les facteurs agro-climatiques et les clones observés.

- celui des CCGE ou des surfaces monoclonales, en estimant l'amplitude du phénomène selon les clones et en éliminant les plus sensibles.

- celui des CCPE ou des CCGE en relation avec la physiologie pour déceler les clones fragiles et introduire ce critère dans l'appréciation globale des clones en comparaison.

Il ne s'agit là que d'intervention au niveau de la sélection, or un programme d'amélioration génétique fait intervenir 3 niveaux: choix des géniteurs, recombinaison par croisement et sélection. Pour aborder les 2 premiers points, il conviendrait que le phénomène soit mieux précisé avec les physiologistes au niveau des critères à mesure et que les diverses composantes soient analysées pour que l'on puisse rechercher chez des parents potentiels des caractéristiques intéressantes et en étudier la transmission héréditaire.

Une nouvelle action de recherche sur la lutte contre l'encoche sèche par la voie génétique ne pourra être initiée qu'après une bonne définition des moyens à mettre en oeuvre. Soulignons l'importance de ce problème et le souci permanent des sélectionneurs de s'en préoccuper; on accorde à ce thème une grande priorité.

2.5.2.5. casse due au vent

C'est le serpent de mer du programme Amélioration. Cette étude initiée par du Plessix au début des années 1970 n'a pas encore abouti à la définition de critères de sélection fiables et précoces, donnant au sélectionneur la certitude de proposer des clones complètement résistants à la casse.

En fait, il convient de considérer 2 axes de recherche: l'architecture de la couronne des arbres et les qualités mécaniques du bois du tronc (nous considérerons que l'ancrage dans le sol par un système racinaire bien développé est à traiter à part avec la culture in vitro).

Le premier thème est très avancé, on sait quel type de branchement rechercher, les sélectionneurs savent détecter sur le terrain et relativement tôt les bons et les mauvais clones et les études menées avec le laboratoire de modélisation du GERDAT (programme AMAP) devraient permettre d'affiner la méthode.

Il en va autrement pour le deuxième thème: la casse imputée à une mauvaise qualité du bois s'avère être un phénomène complexe jusqu'à présent mal compris par les physiciens et les forestiers. L'effort mené par l'IRCA durant de nombreuses années n'a pas abouti à la création de critères de sélection. Cette situation découle du fait que ce type d'étude ne motivait pas vraiment nos partenaires (CTB, CTFT, INRA forêt, laboratoires de physique du bois) qui regardaient avec une certaine curiosité l'IRCA se confronter au problème. Les crédits étaient difficiles à obtenir, les soutiens scientifiques relâchés et de guerre lasse, ces activités ont été mises en réserve.

La situation peut de nouveau évoluer favorablement: ces dernières années, le phénomène de casse a été sérieusement ressenti en France et selon toute vraisemblance, il s'amplifiera du fait d'une culture forestière de plus en plus orientée vers l'utilisation de clones. Fait significatif: un groupe d'étude vient d'être constitué sous l'égide du laboratoire de mécanique générale de l'USTL.

Un programme intitulé "architecture, structure et mécanique de l'arbre" a reçu un premier financement du Ministère de la Recherche. Il ne tient qu'à l'IRCA d'y faire entendre sa voix, et de proposer l'Hevea comme modèle. Nos arguments résident dans l'antériorité de notre réflexion sur le sujet et sur la disponibilité sur le terrain en Côte d'Ivoire, d'un chercheur national, Assandé AHOBA du CTFT à Abidjan, sérieux et motivé, ayant reçu une formation spécifique de très bonne valeur lors de ses études en France, et qui n'attend que quelques crédits de fonctionnement et un soutien scientifique pour se relancer sur ce sujet.

2.5.3. La recommandation clonale en milieu villageois

Ce thème fait l'objet d'un développement particulier dans le document rédigé par la commission chargée de la réflexion sur l'expérimentation en milieu villageois; s'y reporter.

3. RESEAU INTER-AFRICAIN DE TESTAGE DE CLONES.

3.1. Introduction

En se situant maintenant au niveau du continent africain, les autorités ont mis en place une structure politique de coordination de la production du caoutchouc africain et de sa valorisation. Comment l'IRCA par le biais de ses travaux en Amélioration génétique de l'Hevea peut contribuer à cet effort?

3.2. Les motivations à la création d'un tel réseau

L'IRCA à Bimbresso est le seul centre en Afrique qui mène une politique réelle de création de nouveaux clones; la création d'un réseau expérimental impliquant tous les pays concernés dont le but serait de tester ces clones dans un vaste ensemble délocalisé présente d'indéniables avantages:

* Les délais d'obtention de ce matériel végétal sont longs et l'expérimentation à mettre en place encombrante et coûteuse, aussi le sélectionneur est-il amené à prendre certains risques lorsqu'il recommande les clones; plus il y aura d'expériences en place, meilleure sera la connaissance du matériel et la fiabilité des recommandations.

* La taille des expériences est un facteur qui limite très sérieusement le nombre de clones que l'on peut créer et par là les chances de tirer les bons numéros; augmenter le nombre d'expériences augmente les chances de succès.

* Les conditions agroclimatiques ne sont pas uniformes sur l'ensemble du continent, or un clone ne peut donner son maximum que dans les conditions environnementales qui lui conviennent; une délocalisation des expériences réduit les risques d'utilisation d'un clone dans une situation donnée qui peut évoluer: l'exemple de l'intérêt de connaître la réaction de tous les clones aux maladies de feuilles est à ce titre très démonstratif.

* La création même de clones résistants à certaines maladies ne peut se faire qu'en présence du parasite qui exercera alors une pression suffisante tout au long du processus de sélection, il est donc tout à fait souhaitable de faire participer un maximum de partenaires à l'édification d'un réseau expérimental.

3.3. Constitution du réseau

L'intégration des partenaires pourrait se faire selon deux modalités différentes selon la similitude ou non des conditions écologiques par rapport à la Côte d'Ivoire, qui serait la base centre de ce réseau.

- dans les pays dont les conditions d'environnement sont identiques, l'idéotype du clone d'hévéa est le même.

- dans les autres pays, les conditions d'adaptation sont différentes, l'idéotype peut être différent.

Dans le premier cas, la participation à ce réseau pourrait consister à accueillir des CCGE pour renforcer la connaissance des clones avant leur diffusion.

Dans le deuxième cas, la participation pourrait consister à mettre en place des CCPE pour juger de l'adaptation des clones à une zone différente de celle dans laquelle ils ont été créés avant de les placer en CCGE. Dans un deuxième temps, si une équipe minimale de sélection est créée sur place, mettre en place des CES avec des légittimes obtenus par pollinisation contrôlée en Côte d'Ivoire pour faire subir à un matériel nouveau une pression de sélection différente.

Il conviendrait d'organiser par la suite des échanges inter-régionaux pour enrichir les collections de clones à diffuser à petite puis à grande échelle.

Cette idée de réseau africain correspond à une nette amélioration de l'effort de recherche existant en Afrique. Il convient toutefois d'en apprécier les incidences locales humaines, politiques et financières si l'on souhaite convaincre les différents partenaires et aboutir à sa mise en place sans compromettre l'équilibre et les résultats de la Côte d'Ivoire dans son rôle central, et que ce soit nettement bénéfique à chaque partenaire en relation avec les efforts consentis.

Il convient de distinguer différents types de partenaires:

- les pays dont certains organismes de recherche ou de développement ont déjà établi des collections, des champs expérimentaux et participent à la recherche sur l'adaptabilité du matériel végétal en Afrique. Il s'agit en premier lieu du Cameroun disposant d'ores et déjà d'un réseau de champs de clones et du Gabon qui est en train d'installer le sien.
- les pays désireux de rentrer dans ce réseau, qui n'ont pas d'expérimentation en cours d'étude, mais dont certaines sociétés peuvent être les garants du sérieux de l'opération. On peut citer le Liberia avec Firestones, le Nigeria avec Michelin et Unilever...

Pour lancer un tel projet, il faut bien entendu avoir l'accord des autorités ivoiriennes, mais également un engagement à long terme des autres partenaires. L'APROMAC et l'ACNA pourraient se faire les avocats d'un tel projet qui, convient-il de le souligner doit se faire dans le cadre d'un intérêt partagé et bien compris des partenaires.

Son organisation nécessitera rapidement une structure minimale constituée d'un chercheur mobile ayant à sa disposition des moyens de calcul et d'édition informatisés.

Son financement pourrait être obtenu par une participation directe des partenaires, avec un complément venant d'un organisme international qui serait intéressé par l'aspect régional du projet et par les retombées évidentes sur le développement de l'hévéaculture en Afrique.

4. LES RECHERCHES DE BASE EN APPUI SCIENTIFIQUE: LE CENTRE DE MONTPELLIER.

4.1. Le laboratoire AGETROP

4.1.1. présentation des activités

Le généticien travaillant sur l'hévéa ressent cruellement l'absence de tout caractère à déterminisme génétique simple (pour mémoire, le caractère feuilles jaunes de certaines descendance est le seul, son déterminisme n'a jamais été élucidé). Depuis quelques années, de nombreux résultats ont montré la possibilité d'utiliser des marqueurs moléculaires dans les programmes d'amélioration d'espèces végétales. Les premières recherches menées sur l'hévéa ont portées sur les isozymes révélés par électrophorèse. Après une phase assez longue de mise au point de la technique qui s'est révélée délicate pour l'hévéa, les résultats obtenus sont d'un très grand intérêt pour répondre aux questions que se pose le sélectionneur.

Ils permettent:

- d'identifier les clones cultivés,
- de contrôler les pollinisations artificielles,
- de connaître le mode de reproduction en pollinisation libre,
- d'estimer la structure génétique des populations naturelles et des diverses collections d'Hevea,
- d'identifier les différentes espèces d'Hevea et les hybrides interspécifiques.

Les techniques d'électrophorèse d'isozymes sont actuellement "en routine" dans le laboratoire AGETROP de Montpellier, et sont opérationnelles du moment que l'on dispose de matériel végétal adéquat (graines mises à germer ou stumps greffés mis à débourrer en serres). Les isozymes se sont révélés et resteront particulièrement efficaces dans le programme d'amélioration de l'hévéa, de par leur caractère neutre vis à vis de l'environnement, de par leur facilité d'interprétation et de leur coût relativement modique, pour toute demande de contrôle (contrôle de légitimes, identification clonale, situation d'un génotype dans un groupe génétique...).

4.1.2. évolutions dans les techniques

Il apparaît cependant que le nombre restreint de gènes polymorphes mis en évidence par cette technique (au maximum 40 gènes pour l'espèce la plus connue, le maïs et 15 pour l'Hevea) fait qu'ils ne peuvent rendre compte de la variabilité génétique totale, d'autant plus que la nature même des gènes détectés (gènes de structure des protéines ou enzymes) fait qu'ils sont tout à fait inefficace comme marqueurs de phénomènes de régulation. C'est pourquoi d'autres techniques peuvent apporter des éléments nouveaux et permettre de pouvoir disposer d'autres marqueurs génétiques, il s'agit des RFLP et de l'électrophorèse bidimensionnelle.

Nous ne rentrerons pas dans les détails de ces techniques qui posent encore de nombreux problèmes de faisabilité et d'interprétation.

Nous retiendrons d'une façon très schématique qu'avec les RFLP, on dispose d'un nombre à priori illimité de marqueurs de différente nature.

Il en résulte les mêmes utilisations que pour les isozymes mais de façon beaucoup plus fine (identification variétale, études de taxonomies, structure de populations) avec en outre la possibilité d'aborder les problèmes de l'hérédité maternelle et de la localisation des gènes majeurs des caractères quantitatifs.

La double nature des marqueurs obtenus par électrophorèse bidimensionnelle (gènes de structures et gènes de régulation) les rend particulièrement utiles pour les études concernant le développement, la senescence, l'effet de produits exogènes ou de stress, les recherches de marqueurs moléculaires de variations phénotypiques.

L'option RFLP vient d'être prise début 90 par l'intéressement de la société Michelin à ces travaux (voir paragraphe suivant). Elle correspond par ailleurs à l'un des axes de recherche prioritaires du laboratoire AGETROP.

4.1.3. évolution de la cellule IRCA dans AGETROP

Cette cellule est composée de 3 postes: un chercheur, un technicien et un étudiant en thèse.

Le poste de chercheur changera de responsable, Mme Chevallier actuellement en titre partant au Sénégal pour le CTFT. Son successeur n'a pas encore été choisi, il devra être sélectionné et installé avant la fin du premier semestre. Son programme de travail sera alors précisé mais devra se situer dans la continuité des actions engagées par Mme Chevallier.

La technicienne en poste Mme Lebrun, devra maîtriser les 2 techniques d'électrophorèse et de RFLP; une formation dans le cadre d'AGETROP devra être poursuivie.

L'étudiante en thèse financée par la société Michelin débute ses travaux début 90 sur les RFLP.

Il convient que cette équipe soit particulièrement à l'écoute de l'extérieur, puisque ses travaux de base ne peuvent trouver d'applications que dans le cadre de programmes d'amélioration génétique menés sur le terrain. L'axe privilégié est évidemment celui avec la Côte d'Ivoire, mais il convient de souligner qu'un début de coopération a été entrepris avec le laboratoire de biologie moléculaire de Louvain la Neuve en Belgique d'une part et avec l'Institut de recherches en Malaisie (cf. chapitre sur les implications internationales du programme).

Les liens avec la physiologie (aspect biologie moléculaire) et le laboratoire de CIV (aspect régénération à partir de cultures de cellules) doivent être renforcés pour une "veille scientifique" à l'écoute de toutes les percées technologiques concernant la transformation génétique. Il serait bon de provoquer annuellement une réunion thématique sur ce thème dans le cadre de notre CSTC. Il convient cependant de savoir que les spécialistes en la matière sont très sollicités pour ce genre de réunion et que ce sera à nos chercheurs d'apporter les informations permettant de suivre l'évolution des techniques et d'en faire le bilan pour l'Hevea.

4.2. La culture in vitro

4.2.1. introduction

Le microbouturage et l'embryogénèse somatique constituent les deux orientations du programme culture in vitro de l'IRCA à Montpellier. Nous ne reviendrons pas sur les avantages et les inconvénients comparés des deux méthodes, mais nous soulignerons que les difficultés techniques rencontrées en microbouturage ont été moindres, ce qui a permis d'en envisager le développement industriel dans le cadre d'une nouvelle structure: la SMH, installée sur le parc d'AGROPOLIS. Deux pôles d'activité en Culture in vitro ont de ce fait été développés à Montpellier: le laboratoire commun du CIRAD et le laboratoire de la SMH. Enfin, la mise en place de recherches de base en histologie, biochimie et physiologie vis à vis de l'incidence des paramètres physico-chimiques du milieu de culture sur le développement des tissus végétaux a permis de sortir de l'empirisme et de rendre répétitifs des phénomènes aléatoires.

4.2.2. le microbouturage

Les progrès réalisés ont permis d'intéresser plusieurs sociétés privées qui se sont associées à l'IRCA pour créer,

à travers la Société de Microbouturage de l'Hevea (SMH), une structure de recherche dont les travaux en cours devraient conduire à l'initiation d'une production industrielle de vitroplants dès le début des années 1990. Le groupe LVMH et son opérateur industriel en culture in vitro DELBARD, a d'ores et déjà été associé à la SMH en prévision de cette production industrielle. Les laboratoires IRCA/SMH alimentent en vitroplants ses partenaires scientifiques, ceci depuis plusieurs années déjà.

Un premier champ d'observation de vitroplants a été mis en place sur la station IRCA de Côte d'Ivoire en 1988. En 1989, une plantation de 4 ha permettra de comparer le développement de 20 génotypes multipliés soit par greffage, soit par microbouturage. Les plantations de champs comparatifs clonaux commenceront en 1990 et devraient rapidement s'intensifier.

Le développement au Gabon d'une expérimentation en champ est à l'étude.

Au cours des années à venir, 5 thèmes d'activité doivent être poursuivis:

1. La production pré-industrielle de microboutures (objectif 1993: 1,3 millions de vitroplants). Pendant les 3 premières années, cette production serait réalisée par Delbard (jusqu'à 1 M. de plants) et par la SMH/Agropolis (jusqu'à 300 000 ; chercheur concerné L. Lardet). Au-delà de 1993, la partie SMH-Agropolis pourrait être arrêtée si elle se révélait insuffisamment compétitive vis-à-vis de Delbard, ou bien se poursuivre en autofinancement par la vente des vitroplants.

2. Les recherches d'accompagnement liées aux problèmes de la production industrielle et à l'intégration des progrès scientifiques et techniques en culture in vitro (chercheur concerné : F. Enjalric ; financement prévu jusqu'à fin 1992). Un relais de financement est à trouver au-delà.

3. Les recherches liées au développement axé sur l'établissement in vitro de clones d'intérêt industriel (chercheurs concernés F. Enjalric et L. Lardet pour environ 20 % de leur temps). D'ores et déjà, une cinquantaine de génotypes à tester sont identifiés. D'autres viendront s'ajouter chaque année, liés aux résultats des équipes d'Amélioration dans le monde. Le financement est prévu jusqu'en 1993.

4. Le clonage d'hybrides pour la sélection de plants sur leurs propres racines ; en attendant la création d'un laboratoire Outre-Mer (Cf 2.5.1.), une approche à petite échelle peut être envisagée en coordination avec les laboratoires de Montpellier pour comparer la sélection par greffage ou par microbouturage de quelques dizaines de nouveaux hybrides (le financement serait à trouver au niveau IRCA-CIRAD).

5. L'étude des caractéristiques clonales liées au système racinaire : ce thème est déjà engagé par le travail d'un étudiant en thèse dans le cadre d'une convention passée entre l'IRCA et l'INRA-Avignon (Responsable Scientifique : L. Pagès). Il devra également être pris en charge par les équipes d'Amélioration, de Phytotechnie, de Phytopathologie de l'IRCA dès le passage en champ de microboutures d'origine clonale.

Le développement du microbouturage à l'échelle industrielle nécessite le maintien, au moins sur les 5 ans à venir, des 4 thèmes développés ci-dessus. Il paraît inévitable que l'IRCA conserve la charge des thèmes 3, 4 et 5, et souhaitable qu'il continue à participer au thème 2, compte tenu de l'expérience de l'équipe et de l'environnement CIRAD en matière de culture in vitro. Pourtant les financements prévus, partiellement assurés par un prêt de l'ANVAR, s'achèvent en 1993. La pérennité même du laboratoire SMH-Agropolis serait remise en cause si toute la production industrielle était confiée à Delbard. Il conviendrait dans ce cas d'envisager :

- . soit sa reprise par le CIRAD qui pourrait associer plusieurs départements pour réaliser ainsi une extension du laboratoire CIV du Centre de Montpellier,
- . soit sa continuité par la reprise d'un autre thème de travail avec les partenaires de la SMH ou avec d'autres ; ce thème pouvant être la production de vitroplants issus d'embryogenèse somatique dont les recherches pourraient être suffisamment avancées à cette époque.
- . Quoiqu'il en soit, le devenir d'une équipe d'environ 15 personnes hautement expérimentées dans la micropropagation de l'hévéa se pose à l'horizon 1992-1993. Compte tenu des perspectives développées ci-dessus, il paraît nécessaire de trouver les moyens d'en conserver au moins l'essentiel.

Les royalties à percevoir sur la commercialisation des microboutures devraient assurer le financement d'un des thèmes de recherche (le thème 3, par exemple).

La réalisation du thème 4 reste, elle, assujettie à la création encore très hypothétique d'un laboratoire de culture in vitro en Côte d'Ivoire, l'encadrement de ce laboratoire pouvant être assuré par un chercheur sur enveloppe recherche sur Montpellier.

4.2.3. L'embryogenèse somatique

En embryogenèse somatique, les recherches de base ont permis de progresser sensiblement dans la compréhension du phénomène. Des embryons somatiques immatures sont obtenus régulièrement et en quantité chez plusieurs clones dont le PB 260. Ces résultats et les connaissances de base accumulés sont des atouts majeurs pour étudier les étapes ultérieures que constituent la maturation des embryons et le développement de plants issus d'embryogenèse somatique.

Ces recherches sont aujourd'hui réalisées en collaboration étroite avec les laboratoires de cytogénétique du CIRAD (Mme Michaux-Ferrière), le laboratoire de Physiologie Végétale de l'USTL (Pr. J. d'Auzac, une thèse sur la culture des protoplastes d'hévéa sur convention Michelin et une thèse en embryogenèse somatique) et le laboratoire de Physiologie du développement de Paris VI (Pr. E. Miginiac).

L'ensemble des activités de l'IRCA sur ce thème est réalisé dans le laboratoire de culture *in vitro* du CIRAD de Montpellier.

Trois axes de recherche sont actuellement poursuivis, avec des étudiants :

- . la stabilisation de la production d'embryons somatiques en continu, incluant la culture en milieu liquide (P. Montoro, thèse de 1990 à fin 1992, ATP CIRAD No. 22/90),
- . la maîtrise du développement des embryons somatiques en plantule (H. Etienne, thèse de 1989 à fin 1992 coupée par 1 an de service national, ATP CIRAD No. 21/89),
- . étude comparée de l'ontogenèse des embryons somatiques et des embryons zygotiques (H. Grout, DAA 1990)

Il faut signaler que ces recherches sont conditionnées par un approvisionnement abondant et régulier en fruits immatures, actuellement assuré par la station IRCA de Côte d'Ivoire (chercheur concerné : A. Leconte).

A la fin de 1992, les deux étudiants en thèse auront terminé leur engagement. Quelles solutions peut-on envisager pour maintenir cette activité ? Il serait alors souhaitable de créer un poste chercheur pour l'un des thésards pour conserver l'expérience acquise, et donner corps à une équipe de base sur ce sujet. Mais dès maintenant ces recherches seraient grandement dynamisées par le renfort d'un technicien.

Fin 1992, les progrès réalisés pourraient être suffisants pour que l'on puisse négocier une association avec des partenaires privés (identiques ou non à ceux de la SMH) en vue d'une utilisation industrielle de procédé.

5. L'AMERIQUE LATINE , LES ANTILLES

5.1. Introduction

Comme chacun le sait, ce continent est marqué par le sous développement de son hévéaculture. Traditionnellement, la raison invoquée est la présence du Microcyclus et les échecs d'obtention d'un matériel haut producteur résistant à la maladie. La situation n'est en fait pas aussi simple et le développement d'une hévéaculture au Brésil dans des zones "escape", ou dans d'autres pays d'Amérique centrale où la situation sanitaire est meilleure le prouve. Il n'empêche que cette maladie est sans contestation la plus grave pour l'hévéa, quelle représente un frein considérable à la participation de l'hévéaculture à l'aménagement de l'Amazonie et qu'elle représente un danger permanent pour les pays asiatiques et africains. L'assurance de la pérennité de la production de caoutchouc naturel passe par le contrôle de cette maladie et on peut considérer que l'IRCA a une obligation de s'y intéresser.

Nous n'envisagerons ici que l'aspect lutte génétique, laissant aux phytopathologistes le soin de conclure sur les possibilités de la lutte chimique.

5.2. la situation au Brésil

Les chances de créer au Brésil des clones performants adaptés aux conditions locales marquées par le Microcyclus par les organismes de recherches engagés sur ce thème apparaissent très faibles sinon nulles. Le réseau de recherche est très lâche, il n'y a pas de liaison entre les différentes disciplines, les équipes sont instables et les moyens financiers notoirement insuffisants. Ajoutons à cela que des erreurs expérimentales sont flagrantes et que les bases biologiques des relations hôte/parasite sont mal définies. Vouloir intégrer le réseau de la recherche nationale brésilienne pour obtenir des résultats scientifiques sur ce thème est une cause perdue d'avance. C'est ce qui explique sans doute la faillite des programmes internationaux proposés par l'IRRDB.

En tant que partenaire privé développant des plantations au Brésil, la Société Michelin envisage de développer avec l'IRCA un programme de sélection de clones résistants. Ce partenariat présente beaucoup d'avantages par rapport à la situation précédemment décrite: l'engagement à long terme serait assuré, les surfaces expérimentales à réaliser assurées par le programme de replantation de Tres Pancadas, une équipe interdisciplinaire pourrait être constituée et trouver son homogénéité dans son unité d'action.

Cette équipe pourrait être constituée de 4 chercheurs:

- 1 phytopathologiste, chargé de l'étude du microcyclus, sa biologie, sa variabilité...
- 1 agronome défense des cultures, chargé d'étudier les relations hôte/parasite et de définir les facteurs de résistance à mettre en jeux,
- 1 sélectionneur chargé d'établir les champs de sélection et d'appliquer les tests retenus,
- 1 généticien qui serait le meneur de jeux, chargé de la création du matériel végétal, d'étudier les problèmes de transmission des caractères génétiques et de la coordination de l'équipe.

Alors que cette opération pouvait démarrer très rapidement, un changement de la direction Michelin au Brésil fait que son initiation se fera plus lentement. La société prévoit cependant le recrutement d'un phytopathologiste brésilien et la création d'un laboratoire sur la plantation de Tres Pancadas dans l'Etat du Bahia dès 1990.

Des liens étroits seront à établir à ce niveau avec F. Rivano et son équipe en Guyane qui travaille depuis plusieurs années sur les relations Hevea/Microcyclus.

Un premier axe de coopération pourra donc s'établir dans un court terme entre le Brésil et la France. Il appartiendra ensuite à Michelin de recruter localement un sélectionneur qui aura à réaliser le plus rapidement possible les premiers champs de sélection.

Reste le recrutement de l'homme clef de l'opération: le généticien. Il apparaît légitime que pour que l'IRCA s'investisse scientifiquement dans ce programme, ce chercheur soit rattaché à l'institut. Il s'agirait d'un expatrié financé par Michelin dont la situation géographique reste à définir.

Un point doit particulièrement retenir l'attention au Brésil: la situation de T. Chapuset, agronome/généticien en poste à Recife dans la région Nord-Est. Initialement, son programme de recherche était axé sur l'étude de l'adaptabilité du Guayule et les possibilités de développement de cette plante dans la région. Depuis peu, son programme a été réorienté sur l'étude d'une autre plante à latex, le Maniçoba, l'étude des ressources génétiques disponibles et des potentialités de production de cette plante. Il lui a également été demandé de s'occuper de l'Hevea pour déterminer les clones les mieux adaptés à la région. Dans ce sens, une collection de matériel végétal a été créée par ses soins. Il s'avère maintenant que les moyens financiers dont il dispose pour fonctionner sont très réduits, ce qui limite sérieusement ses activités de recherches. Après ces quelques années d'expériences, il semble souhaitable que d'autres sources de financement soient trouvées pour mettre en place un réseau expérimental digne de ce nom, qui redonnerait un intérêt aux activités de recherche sur les plantes à latex dans cette région. Si tel ne pouvait être le cas, il conviendrait de reconsidérer la situation et de repositionner T. Chapuset dans le dispositif général de l'IRCA, en tenant compte de ses compétences en Amélioration génétique.

5.3. La Guyane

Le programme Amélioration est largement impliqué dans les opérations engagées en Guyane. Rappelons que les activités ont été initiées dans le cadre d'un programme du CIRAD intitulé "collections vivantes" dont le but était de créer un conservatoire de matériel végétal. Quatre Départements ont investi dans cette opération, l'IRCA réalisant une collection assez complète de clones représentative des sélections menées à travers le monde. Il est ensuite apparu que la simple collection représentait peu d'intérêt si elle ne s'accompagnait pas d'observation de comportement. Plusieurs champs comparatifs de clones ont alors été établis. Rapidement, l'incidence de la maladie due à Microcyclus s'est avérée être l'élément essentiel de l'adaptation du matériel végétal dans la région. De plus, et comme il a été souligné auparavant, ce problème est majeur pour l'hévéaculture en Amérique latine. Il a donc été décidé de recentrer les activités de l'IRCA sur l'étude de la maladie sud-américaine en particulier, compte tenu des possibilités expérimentales et de l'intérêt scientifique, sur l'étude des relations hôte-parasite. Le programme Amélioration est alors encore très engagé dans ces recherches puisqu'il se retrouve engagé dans 3 des 4 axes de recherches à savoir:

- les observations phytosanitaires en collection de nouvelles introductions, (ceci concerne les clones IRCA, les clones élites sélectionnés en Extrême Orient et certains génotypes issus de prospection), pour en connaître le niveau de sensibilité au SALB.

- l'étude du comportement de clones éventuellement intéressants pour le développement en champs comparatifs.

- l'étude en champ et en laboratoire des relations Hevea/microcyclus pour la détermination de facteurs de résistance.

Pour suivre l'évolution de ce programme, des besoins en surfaces de plantation vont devoir être satisfaits ces prochaines années. il s'agirait de:

- 1 ha supplémentaire de jardins à bois essentiellement destiné aux meilleurs génotypes issus de prospection (25 clones viennent d'être transférés avec succès de Malaisie, l'idéal serait de disposer de 100 clones environ avec la Cote d'Ivoire comme source d'approvisionnement)

- 2 ha supplémentaires pour l'établissement de CES avec des légitimes envoyés par la Cote d'Ivoire selon les choix parentaux établis par la Guyane.

- 1,5 ha pour l'établissement en 1992 puis en 1995 de CCPE pour tester les nouveaux clones de valeur,

- 5 ha destinés à l'établissement d'un CCGE pour tester les meilleurs clones pour le développement en Guyane.

Une collection de 50 souches environ de Microcyclus a été constituée par M. Junqueira au Brésil. Ce chercheur change d'affectation en 1990 pour s'installer à Brasilia, situation vraiment peu propice à la conservation à perpétuité de cette collection. Il y a là une opération sauvetage à réussir en transférant les souches en Guyane (M. Junqueira en a admis le principe officieux).

Rappelons ensuite que l'un des buts de l'installation de l'IRCA en Guyane est de servir de tremplin sur l'Amérique latine. La Société Michelin est désireuse de coopérer avec l'IRCA pour un programme de sélection. La situation géographique et les options scientifiques de la Guyane militent en faveur d'une intégration très poussée des activités de l'IRCA dans un tel programme.

Enfin, la Guyane peut représenter une source d'approvisionnement en matériel végétal pour les laboratoires de Montpellier. Ceci est vrai mais il convient de ne pas surestimer ses capacités. Du point de vue du volume de travail que représente ce genre d'activité annexe à la recherche, les prélèvements que ce soit de fruits, feuilles ou latex nécessitent toujours beaucoup de temps et d'organisation; si une telle sollicitation se généralisait, il faudrait envisager un équipement complémentaire de laboratoire ou même l'installation d'un nouveau laboratoire et l'engagement du personnel correspondant. La question du financement de ces nouvelles installations reste posée (Communauté européenne?).

5.4. La GUADELOUPE

Rappelons pour mémoire que la situation géographique de la Guadeloupe en fait un site privilégié pour y conduire une collection d'Hevea:

- totalement dépourvue d'Hevea spontané ou cultivé, les maladies spécifiques du genre n'ont pu s'y développer. Son rôle de quarantaine phytosanitaire permet d'effectuer des échanges entre les continents latino-américain d'une part et africain et asiatique d'autre part, ceci sans danger.

- elle est située en zone climatique favorable au développement de l'Hevea: la station de Neufchâteau reçoit annuellement plus de 2500 mm d'eau bien répartie avec une température moyenne de l'ordre de 25 .

- la structure de la station expérimentale du département IRFA du CIRAD permet un suivi continu de la collection moyennant quelques missions régulières de spécialistes de la plante.

- la situation en terre française avec la présence d'un aéroport international de grande envergure permet d'envisager tous les mouvements de matériel végétal.

Un total de 367 clones composent cette collection, répartis en 3 groupes génétiques distinctes: 239 clones "Am" directement issus de prospection, 86 clones "W" provenant d'Afrique et d'Asie et 41 clones "W x Am".

De nombreux mouvements de matériel végétal ont été organisés ces dernières années, faisant jouer à plein les rôles de relais phytosanitaire et de conservatoire de cette collection.

Un programme d'activité a été tracé pour ces 5 prochaines années. Il figure dans le rapport de mission "Guadeloupe Nicolas", Décembre 1989; il ne sera pas repris ici pour ne pas alourdir le texte de ce document.

5.4. La MARTINIQUE

Crée en 1985 cette collection avait initialement comme objectif d'accueillir le matériel végétal issu des collections établies par E. Schultès en Colombie et lui faire subir une quarantaine phytosanitaire avant de l'introduire en Afrique et en Asie, ce qui fut fait en 88 et 89.

Bien que le CIRAD n'ait pas la vocation d'établir des conservatoires d'espèces végétales, la conservation de cette collection sous une forme ou sous une autre semble présenter un certain intérêt d'une part pour fournir à l'avenir à un centre de sélection n'en ayant pas encore fait la demande un type de matériel génétique intéressant, d'autre part pour profiter de la situation d'isolement géographique de la Martinique pour créer un jardin de pollinisation libre, dont l'intérêt pour le programme d'Amélioration génétique est présenté dans le document IRCA cité en référence. Dans cette double optique, il a été décidé de transformer cette collection en Jardin Grainier, forme de plantation qui présente les avantages suivants:

- suivi technique relativement simple, puisqu'il consiste à vérifier de temps à autre l'entretien de la parcelle réduit d'ailleurs à de simples traitements contre une éventuelle prolifération de mauvaises herbes.

- possibilité de fournir des graines issues de pollinisation libre assurant a priori un certain brassage génétique de l'ensemble des géotypes présent; ce type de matériel végétal représente l'avantage d'être très facilement transportable par rapport à du bois de greffe.

- possibilité de faire évoluer cette population isolée par élimination sélective, dans le cadre du programme de type récurrence entrepris en Côte d'Ivoire.

6. L'ASIE

6.1. La Malaisie

Les chercheurs du RRIM impliqués dans le programme Amélioration génétique de l'Hevea sont nombreux (plus d'une vingtaine), répartis dans différents laboratoires ou départements et d'une façon générale peu motivés par une ouverture ou une collaboration avec l'extérieur, ce qui peut expliquer le peu d'actions en commun entreprises. Il convient cependant de souligner que les moyens financiers ou expérimentaux dont ils disposent sont très importants, ce qui en fait des partenaires potentiellement intéressants.

La première idée de coopération consisterait à échanger du matériel végétal. Si un échange de clones conviendrait fort bien aux chercheurs, les barrières protectionnistes sont très fortes et rendent l'officialisation de tels procédés très hypothétiques.

En ce qui concerne la Culture in Vitro, là encore la confidentialité et la valorisation des recherches rendent très difficiles sinon impossibles toutes possibilités de coopération.

En ce qui concerne la génétique, mis à part les échanges d'informations scientifiques diverses qui se font sous l'égide de l'IRRDB, un seul thème de travail se traite en collaboration: l'étude de la dispersion pollinique par les marqueurs enzymatiques. Le Dr. Yeang est en relation directe avec Mme Chevallier. Il s'est engagé à fournir au laboratoire de Montpellier du matériel végétal issu d'illégitimes récoltés dans différentes plantations isolées constituées de clones typiques qui serviront de jardins grainiers improvisés. L'étude sur les marqueurs enzymatiques et l'interprétation se fera à Montpellier. Ce début de collaboration est à encourager il convient surtout d'éviter qu'elle ne s'arrête du fait du départ de l'IRCA de Mme Chevallier.

Un autre thème de coopération est actuellement en gestation, il s'agit de la modélisation de l'Hevea par le programme AMAP. Le RRIM a demandé au laboratoire de M. de Reffye d'acquiescer le programme. D'un commun accord avec lui, l'IRCA propose au RRIM un accord tri parties avec le laboratoire de modélisation, prévoyant l'engagement d'un thésard français sur ce thème qui opérera sur le terrain en Malaisie et qui recevra un soutien logistique et scientifique en France et éventuellement en Côte d'Ivoire. Cette proposition est actuellement en cours de discussion.

Enfin, un troisième thème de collaboration pourrait être discuté à propos des recherches menées sur les marqueurs génétiques obtenus par la technique des RFLP. Le RRIM travaille depuis peu sur ce thème et l'IRCA investit nouvellement (cf. Laboratoire d'AGETROP, thèse de P. BESS). Il convient cependant d'être prudent dans notre approche du RRIM, ceci pour deux raisons: Il s'agit d'une technique nouvelle touchant à la biologie moléculaire. Les organismes engagés sur ce thème imaginent détenir un trésor et il faudra attendre que ces techniques passent en phase de routine pour que l'on s'aperçoive qu'il n'en est rien et que la sacro-sainte biologie moléculaire soit démythifiée; le RRIM n'a sans doute pas atteint ce stade de réflexion. D'autre part, il y a maintenant en France et en Europe des laboratoires (citons de nouveau le laboratoire du Pr. Boutry en Belgique) auprès desquels on doit pouvoir acquiescer une bonne technicité sans ajouter inutilement d'implications politiques.

6.2. Le VIETNAM

Engagée depuis plusieurs années, la collaboration avec l'IRCV se solde au niveau du programme Amélioration par l'établissements de liens étroits et durables entre les chercheurs concernés, un échange de matériel végétal très bénéfique pour les deux partenaires et des échanges d'informations scientifiques qui ne peuvent en fait se produire que lors de missions au Vietnam. Signalons encore que la France a participé d'une façon fort utile à la formation du responsable actuel du programme, Mme HOA.

Quelles sont les possibilités de coopération que l'on peut pressentir pour ces prochaines années? Compte tenu d'une situation politique qui évolue très lentement, il apparaît bien hypothétique d'accroître d'une façon très significative les fonds permettant de financer de nouvelles opérations. Nous nous en tiendrons donc à des objectifs qui peuvent paraître modestes par rapport aux possibilités:

Assurer une certaine pérennité dans les missions pour permettre à ce courant d'information réciproque de se maintenir.

Essayer si possible d'harmoniser les programmes menés par les deux instituts pour qu'ils soient dans une certaine mesure complémentaires.

Continuer à pratiquer une politique d'échange de matériel végétal, même si les termes de l'échange peuvent apparaître temporairement déséquilibrés.

Poursuivre l'effort de formation entrepris en recherchant toute source de financement pouvant aider à y contribuer.

En ce qui concerne la Culture in Vitro, les remarques faites à propos de la Malaisie restent valables, bien que dans le cas du Vietnam, l'IRCV soit demandeur, ce qui n'est pas le cas pour le RRIM.

Enfin, une nouvelle possibilité d'intervention pourrait se situer dans le cadre du Joint-venture entre la Direction Générale du Caouchouc au Vietnam et la Société des Terres Rouges. Il s'agit d'un projet de développement de l'hévéaculture sur les Hauts Plateaux, zone considérée comme marginale pour l'Hevea et nécessitant de ce fait une expérimentation concernant le choix du matériel le plus approprié. L'intervention de l'IRCA consisterait dans des missions d'expert ou dans le détachement d'un agro-généticien selon les possibilités financières que les Terres Rouges recherchent au Ministère de l'Agriculture.

6.3. L'INDONESIE

Une récente visite en Indonésie de l'équipe sélection de l'IRCA permet de mieux situer le problème du matériel végétal dans son ensemble pour le développement de l'hévéaculture de ce pays. Alors que le grand pays voisin, la Malaisie dispose d'une équipe de sélectionneurs solide et implantée dans tout le pays, la même équipe en Indonésie se situe à un niveau beaucoup plus modeste, ne correspondant pas à l'importance des besoins exprimés par les planteurs. Préconiser le meilleur matériel végétal pour la plantation ou la replantation d'un massif hévéicole dépassant de très loin le million d'hectares requière des moyens expérimentaux réellement importants qui n'existent pas actuellement. Devant ce "vide" dont les autorités locales ont conscience, l'IRCA peut jouer un rôle primordial si on lui en donne la possibilité et les moyens.

Jusqu'à présent, le programme d'Amélioration n'est pas directement impliqué dans l'intervention de l'IRCA en Indonésie. Une visite au centre de Sunghei Puthi nous a permis de rencontrer l'équipe en place, peu soucieuse de collaboration si elle n'est pas accompagnée de nouvelles sources de financement. Malgré cela, un thème a particulièrement retenu notre attention, il s'agit de l'adaptation clonale aux diverses régions de l'Indonésie, thème quelque peu délaissé par les équipes sur place, compte tenu des déplacements fréquents que cela nécessite et des coûts d'installation d'expériences délocalisées élevés. Si l'IRCA intervenait sur ce thème, cela serait dans un cadre plus général d'aide au développement avec un soutien financier solide (dossier présenté à la CEE).

Une autre possibilité d'intervention possible consisterait à faire des missions d'appui technique aux sociétés de plantations industrielles (SOCFINDO, GOODYEAR...) sur le même thème de l'introduction des clones les plus modernes, l'établissement de champs comparatifs et les recommandations clonales basées sur ce réseau expérimental. Là encore, le besoin existe mais la demande n'est pas encore directement formulée; elle ne le sera que dans la mesure où l'IRCA aura réussi à pérenniser sa percée dans ce secteur (appui technique à l'exploitation, diagnostique latex...).

Enfin, si la recherche agronomique indonésienne s'intéresse à la culture in vitro, elle manifeste un retard considérable en ce qui concerne l'Hevea. Ce retard devra être comblé un jour ou l'autre auprès d'un partenaire plus en avance sur le sujet. En ne considérant pas la partie production pour planting proprement dite qui doit être traitée dans le cadre de la SMH, L'IRCA peut trouver là un secteur d'activité recherche tout à fait conséquent dans la perspective d'une coopération bilatérale élargie. Les modalités d'une telle coopération restent complètement à définir.

7. L'IRRDB

Au sein de l'IRRDB, il existe un groupe des sélectionneurs (en anglais: plant breeders) établi depuis de nombreuses années. Son plus grand succès a été d'organiser en 1981 les prospections internationales d'Hevea en Amazonie brésilienne. L'IRCA a été un acteur clef dans cette entreprise, ce qui a valu à la Côte d'Ivoire d'être retenue comme pays d'accueil de la collection pour l'Afrique et de recevoir des fonds pour un entretien et une estimation de cette collection. Le groupe des sélectionneurs qui se réunit régulièrement se tient informé de l'évolution des recherches menées sur l'exploitation de ce gerplasm. Sans fausse modestie, on peut dire que la contribution de l'IRCA sur ce thème est prépondérante.

Depuis lors, aucun grand thème de recherche fédérateur n'a pu être envisagé: la culture in vitro présente des implications économiques trop évidentes dans sa phase de valorisation, la biologie moléculaire nécessite de gros investissements et cache des implications stratégiques mal définies, les échanges de matériel végétal sont l'objet d'accords bilatéraux ne permettant plus l'établissement de champs de clones internationaux. Cette situation est à déplorer, elle stérilise le dynamisme du groupe des sélectionneurs.

Cela tient à deux éléments: le leader de ce groupe le Dr. Majid ne s'est jamais investi dans cette fonction qu'il détient encore alors qu'il n'a plus rien à voir avec le secteur de la recherche, le département de l'Amélioration du RRIM est l'objet de divisions internes peu propice à la recherche de partenaires extérieurs.

Face à cette situation, l'IRCA peut tenter de mettre en avant des thèmes qui préoccupent tous les chercheurs travaillant sur la sélection, sachant que leur prise en considération par l'IRRDB ne peut aboutir au mieux qu'à une mise en commun d'informations scientifiques, la recherche de financement par ce canal apparaît très hypothétique. Les deux thèmes proposés pour la prochaine réunion sont:

- 1) le choix des parents dans les programmes de croisement,
- 2) le relèvement du taux de réussite en pollinisation artificielle.

L'IRCA peut également apporter une certaine contribution à l'évaluation du Germplasm en accueillant en Guyane un certain nombre de génotypes issus de prospection. A ce titre, en 1989, la Malaisie a fait parvenir en Guyane 32 clones dont 25 ont résisté au voyage. Il s'agit des génotypes parmi les 50 plus productifs repérés dans le champ d'arbres mères (gene pool garden). Il convient maintenant de placer ces clones dans un jardin à bois d'observation, ce qui nécessitera de préparer une surface spéciale (non prévue dans le plan d'investissement). Cette petite collection devrait être complétée par le même type de matériel en provenance de Cote d'Ivoire.

Enfin l'IRCA s'intéresse évidemment à ce qui a trait à l'adaptation de l'Hevea aux zones marginales. Plusieurs pays membres de l'IRRDB sont concernés: la Chine, l'Inde, pour ne citer que les principaux, ainsi que certains pays d'Amérique latine (hors IRRDB). En fait, on sait encore peu de choses sur ce sujet et toute information supplémentaire serait bienvenue. L'IRCA serait donc favorable au développement d'un programme international sur ce thème, ce qui pourrait renforcer les actions en coopération bilatérale qui existent avec des partenaires spécifiques (RRI-INDIA, MICHELIN-Brésil, Cafeteiros-Colombie...).

PROGRAMME PHYTOTECHNIE

1. Rappel des activités

Ce programme a débuté avec la création de l'IRCA et a profité des acquis des Instituts du VIETNAM et du CAMBODGE.

Ses objectifs demeurent inchangés malgré l'évolution de l'ensemble des problèmes posés à l'hévéaculture :

mieux connaître la plante en relation avec son milieu par la mise au point de techniques culturales permettant une croissance et une production optimales de l'hévéa.

Le tableau synoptique suivant permet de mettre en évidence les activités de ce programme et leur évolution.

On notera que les études relatives au sol et à la plante permettent un accroissement des connaissances tandis que l'expérimentation conduite sur les relations plante/sol (nutrition minérale), les techniques culturales ou sur l'utilisation des lignes et interlignes débouchent sur des résultats mis à la disposition du développement. Dans ce cas, les activités recherche ont été prioritairement mises en place pour résoudre les problèmes auxquels se trouvait confrontée la profession :

- . Quel sol pour l'hévéa ?
- . Quelle fertilisation ?
- . Quelles techniques de pépinière ?
- . Comment entretenir la ligne et l'interligne ?
- . etc.

Il s'agissait de trouver des solutions à court terme, mais bien souvent les activités ont été poursuivies car une problématique nouvelle se présentait : exemple des techniques de pépinière ou de l'utilisation des familles de porte-greffes.

Par contre, plusieurs thèmes concernant l'accroissement des connaissances ont débuté et n'ont pas eu de suite, exemple : étude sur les systèmes racinaires, évolution de la fertilité des sols, etc.

En ce qui concerne les données climatiques, bien qu'enregistrées régulièrement, elles sont largement sous-exploitées.

2. Etude des sols

2.1. Aptitude des sols à l'hévéaculture

Les nombreuses *analyses de terre* effectuées permettent d'avoir une bonne connaissance de la composition physique et chimique des sols hévéicoles. Une micro-hétérogénéité importante a pu être mise en évidence au niveau de la parcelle et il importe de définir une méthode d'échantillonnage des prélèvements suivant que l'on s'intéresse à la

EVOLUTION DU PROGRAMME PHYTOTECNIE A L'IRCA

	1958	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
SOL . Aptitude à l'hévéaculture . Niveau de fertilité . Maintien fertilité . Erosion . Divers	Suivi analyses ----- analyse des sols ----- prospection S.O. Côte d'Ivoire puis Cameroun, Gabon, Venezuela, Ghana -----> Plante de couverture -----> test pueraria -----> essais plantes de couverture // lessivage/case érosion (ORSTOM) // Méthodologie prélèvement de sol -----> Collection plante de couvertur -----> Sol / Encoches sèches ----->							
PLANTE . Tronc . Couronne . Racines . Laticifères	Croissance mensuelle et annuelle -----> Système de saignée (voir exploitation) observations phénologiques - taille - résistance au vent // architecture - morphologie (amélioration génétique)-> croissance des racines / stimulation de la rhizogénèse // latex (voir physiologie) -----> observation sur ontogénèse des laticifères // Qualité du bois (CTFT) // Application du DL (voir physiologie) >							
PLANTE/SOL . Diagnostic foliaire (DF) . Fertilisation . Tenue du fichier/Bloc-témoin alimentation hydrique	DF mensuel - DF industriel -----> Essais Cl - SE -----> essai Cl. SO et Cameroun -----> essai Gabon -----> Conception - élaboration ----->							
TECHNIQUES CULTURALES . Préparation terrain . Porte-greffe . Greffe de couronne . Planting . Greffage . Densité	dessouchage / empoisonnement Mécanique/manuel -----> Trouaison -----> essai au champ (familles) sélection sur vigueur -----> stump / graine -----> bouturage -----> pépinière - qualité du matériel végétal -----> essai type Marchal plantation 600 a/ha -----> Casse au vent // comparaison technique de plantation bourgeon d'écaille/feuille // synthèse - recommandation : 510 a/ha -----> motte Melfert -----> minigreffage -----> relation densité / clone -----> Vitroplants -----> Densité / P.V. ----->							
UTILISATION DE LA LIGNE ET DE L'INTERLIGNE . Cultures associées . Entretien	café/cacao/ananas // utilisation des herbicides (ligne et interligne) -----> (normes d'entretien) cultures vivrières P.I. et P.V. ----->							
PLANTE/CLIMAT . Météo . Zones marginales	relevé journalier température, H., pluie -----> Tombokra -----> 15 champs de clones ----->							
UTILISATION DES MICROBOUTURES	Mise au point microbouturage - endurcissement -----> (voir Amélioration)							

-----> continu

// arrêt

région, à l'unité de culture représentée par la parcelle témoin (croissance, DF, DL) ou à l'étude des relations sol-arbre.

L'examen du *profil cultural* selon HENIN et MONNIER devra être systématisé et normalisé. C'est un moyen d'investigation et de diagnostic qui vient utilement compléter les analyses de terre. L'influence de la texture et de la structure du sol (en particulier sur le développement du système racinaire) doit être au moins aussi important que la composition chimique du sol sur la croissance et la production de l'hévéa.

Les résultats obtenus avec le *test biologique Pueraria* devrait faire l'objet d'une synthèse, en parallèle avec les analyses de sol, pour établir leur représentativité et leur fiabilité compte-tenu du coût et de la souplesse d'emploi de ce test.

Les analyses de terre et les profils culturaux devraient permettre d'établir, comme cela a déjà été fait dans d'autres Instituts, une échelle d'*aptitude des sols à l'hévéaculture* ainsi qu'une cartographie de ces sols dans les pays où intervient l'IRCA.

Les méthodes modernes d'analyse du sol et les banques de données informatiques doivent nous permettre d'avancer rapidement dans ce domaine.

2.2. Evolution de la fertilité des sols

Le maintien de la fertilité rentre dans le cadre très général de "l'agriculture reproductible". Le remplacement de la forêt par une plantation d'hévéa fait-il évoluer la fertilité dans un sens favorable ou défavorable suivant le mode de préparation du terrain ? Qu'en est-il de l'influence de la plante de couverture et des cultures associées dans le jeune âge ? Comment évolue la fertilité sur une plantation (hévéa derrière hévéa ou hévéa derrière palmier). L'hévéa peut-il restaurer un sol dégradé ou permettre de lutter contre l'érosion ?

Pour essayer de répondre à ces questions, l'IRCA s'engage en COTE D'IVOIRE avec l'aide du laboratoire d'écologie de l'école normale supérieure, de l'IRAT et de la MICAM, dans une étude sur le processus biologique en relation avec les caractéristiques physiques et chimiques des sols et le comportement des arbres. Ces études concernent les sols du Sud-Est et du Sud-Ouest du pays, ainsi que la zone marginale du point de vue climatique pour l'hévéa (plantation pilote de TOMBOKRO).

3. Etude de la plante

En dehors de la description et du fonctionnement du système laticifère et de l'architecture de la couronne, en relation avec la casse au vent, l'hévéa a très peu été étudié à l'IRCA.

3.1. Système racinaire

Les références faites à la *morphologie* du système racinaire décrit par OTOUL, ne sont sans doute pas valables dans tous les cas et il apparaît urgent d'étudier ce système racinaire en fonction :

- du génome (graines ou vitroplant) ;
- du sol (texture, structure, teneur en eau, en air, en éléments minéraux, pH). L'établissement de profils hydriques apparaît nécessaire, pour cela un programme de travail relié aux

investissements nécessaires est à élaborer rapidement si cette orientation est retenue. De même, le comportement racinaire sera sans doute à relier aux processus biologiques dont les études doivent débiter en 1990 (voir chapitre 2.2.) ;

- des techniques culturales (mode de préparation du terrain, du matériel végétal, date de planting, vigueur de la partie aérienne greffée, densité et dispositif, irrigation...)

L'étude du *fonctionnement* du système racinaire sera aussi à étudier quantitativement et qualitativement au niveau :

- de la capacité d'absorption des racines,
- de la croissance et de la longévité (turnover) des différentes parties racinaires, avec un accent particulier sur le chevelu racinaire.

Les implications de cette étude sont évidentes au niveau de la mise au point des techniques culturales : plantation, entretien, fumure.

3.2. Tronc

L'étude prioritaire du système laticifère a laissé dans l'ombre le rôle souvent important joué par le tronc en tant que support de la couronne, organe de transport et organe de réserve.

Son étude en tant que *support de la couronne* se justifie dans le cadre de la résistance à la casse au vent.

En tant qu'*organe de transport*, c'est surtout au niveau de l'alimentation hydrique et des flux de sève que l'étude devra porter en fonction du sol et du climat.

En tant qu'*organe de stockage*, il importe de confirmer et de quantifier le rôle important joué par le bois pour l'amidon et les éléments minéraux.

3.3. Couronne

L'étude déjà en cours de l'*architecture* de la couronne en fonction des clones devra être étendue pour un clone donné à différents milieux et différentes techniques culturales. Il importe de définir en fonction du clone et du milieu l'*indice de surface foliaire* (ISF) permettant la production optimum, de façon à utiliser au mieux l'énergie solaire reçue sur une surface donnée.

L'étude du déterminisme de l'*hivernage* (dans le cas de la lutte contre les maladies) fait partie du domaine de la physiologie.

L'ensemble de ces études sur les parties aériennes et souterraines devraient déboucher sur une meilleure connaissance de la *biomasse* formée dans une plantation d'hévéas en vue d'optimiser l'*indice de rendement* (rapport de la biomasse récoltée sur la biomasse formée par l'unité de surface).

4. Relation plante-sol

4.1. Nutrition minérale

Concernant le *diagnostic foliaire*, on commence seulement en COTE D'IVOIRE à prendre en compte des valeurs de correction et des valeurs seuils issues des données de plantations ivoiriennes. Ces valeurs sont très différentes de celles utilisées jusqu'à présent et qui avaient été définies en Extrême-Orient. Le logiciel GP qui permet maintenant de traiter un grand nombre de données accumulées depuis des années (DF, croissance et production) dans des situations bien définies (clone, site...) doit permettre de recalculer les valeurs de référence et de pouvoir préconiser des formules de fumure moins aléatoires. La méthodologie de prélèvement est à affiner, en particulier pour les cultures immatures et pour les arbres dont la couronne se situe à plus de 5 m de haut. Enfin, la relation est à faire avec le DL.

Les *essais d'engrais* ont montré l'efficacité de la fumure en pépinière et au jeune âge et devraient être poursuivis sur tous les nouveaux sites hévéicoles et sur les replantations, avec un témoin non fumé. Sur cultures en production, il faudrait réserver la mise en place d'essais d'engrais dans les cas où une déficience minérale apparaît de façon très marquée sur plusieurs années. Ces essais d'engrais sur cultures adultes permettront peut-être de définir de façon plus ou moins approchée des valeurs seuils.

Il a été avancé que la très faible fréquence de réponse aux engrais pouvait être due, soit à une exportation relativement faible, soit au rôle tampon important des réserves de la biomasse. Une étude doit être entreprise, ou plutôt réactualisée sur le *bilan minéral* d'une plantation au cours d'un cycle de culture. L'absorption, les immobilisations et les exportations d'éléments minéraux devront être quantifiés compte-tenu du nouveau matériel végétal créé et des nouvelles techniques d'exploitation faisant appel à la stimulation.

4.2. Alimentation hydrique

L'importance de la disponibilité en eau pour la croissance au jeune âge et la production à l'âge adulte ne fait de doute pour personne : c'est à l'évidence le premier facteur limitant et la nécessité d'une meilleure connaissance dans ce domaine se fait désormais sentir.

L'étude de l'alimentation hydrique qui commence au niveau de la mesure des principales *caractéristiques hydriques de l'hévéa* et en particulier du potentiel hydrique, permettra de mieux comprendre les besoins en eau de l'hévéa à l'échelle de l'année pour la formation de la biomasse ou à l'échelle de la journée, en relation avec la production d'une saignée. Dans ce dernier cas, on se trouve à l'interface des programmes phytotechnie et physiologie. L'évolution des caractéristiques hydriques de l'hévéa (potentiel hydrique, flux de sève, pression de turgescence, résistance stomatique) sera suivie dans le temps et dans l'espace corrélativement avec l'évolution du climat et les profils hydriques des sols.

Les paramètres de croissance et de production seront ensuite reliés à ces différentes mesures. Cette méthodologie sera très utile pour définir des modèles de prévision de croissance et du rendement potentiel moyen à l'échelle de l'année, basés sur le déficit en eau de la plantation. L'opportunité d'une augmentation importante de la production par le biais de la stimulation pourra être décidée ou non en fonction du potentiel de

réponse de l'hévéa, très sujet aux variations saisonnières.

4.3. Comportement en zones marginales

Les premiers des 15 champs de comportement installés en COTE D'IVOIRE vont rentrer en production en 1990. Les observations à effectuer sur ces champs doivent être intensifiées, surtout au niveau de l'alimentation hydrique, en relation avec l'étude des profils culturels. L'extension de ces champs à des zones encore plus marginales, ainsi qu'à des pays dont les sols et les régimes climatiques sont très différents de ceux de la COTE D'IVOIRE devrait permettre :

- de mieux cerner les facteurs limitants de la croissance et de la production,
- d'élargir les zones du développement hévéicole.

Il importe que l'IRCA se tienne informé des travaux en cours actuellement au RRII (Inde). En effet, cet institut a été amené à étudier les régions marginales pour l'hévéa, il est prévu qu'un physiologiste fasse un stage en Inde en 1990 pour mieux connaître les méthodologies utilisées dans l'étude de l'alimentation hydrique notamment.

5. Techniques culturales

Ce sous-programme peut être découpé en 2 opérations d'égale importance.

5.1. Préparation du terrain et du matériel végétal - Densités

La poursuite de l'expérimentation à HEVEGO et l'interprétation des données de croissance et de production enregistrées à l'échelle industrielle sur différents modes de *préparation du terrain* devraient permettre de trouver le meilleur compromis entre le bon établissement de l'hévéa, le maintien de la fertilité du sol et l'absence de maladies de racines.

Concernant la *préparation du matériel végétal*, la technique du greffage ne peut guère être améliorée après la mise au point du mini-greffage. Le stade et le mode de plantation, en sac ou à racines nues, dépend surtout des contraintes de transport des plants, de la pépinière jusqu'à la plantation. La technique du sac pourrait cependant être améliorée par la mise au point d'un conteneur biodégradable. Le contexte villageois nécessite d'adapter les techniques mises au point en milieu industriel compte-tenu des aléas toujours présents :

- d'une mauvaise réussite au plantage,
- d'une absence d'ébourgeonnage,
- d'une absence d'entretien de la ligne.

En matière de *densité et de dispositif*, l'évolution des techniques en matière de préparation du matériel végétal (matériel plus homogène) et de lutte contre le Fomès ainsi que la sélection de clone à croissance rapide conduit naturellement à réduire les densités au plantage. Il importe de redéfinir en fonction de la typologie clonale les densités et les dispositifs les plus adaptés en prenant en compte :

- le contexte socio-économique : valorisation de la surface (kg/ha)

- ou valorisation du travail (kg/saigneur/jour),
- l'introduction des cultures associées permanentes,
- la résistance à la casse au vent (architecture)

6. Utilisation de la ligne et de l'interligne

6.1. Entretien

Dans le domaine de la lutte contre les adventices, des solutions techniques plus ou moins onéreuses sont actuellement à la disposition des planteurs, sauf peut-être pour le Loranthus dont le programme d'études commence en COTE D'IVOIRE.

La poursuite de cette opération pourra concerner le test de :

- l'efficacité des *nouvelles molécules* et des *nouveaux matériels* de traitement apparus sur le marché,
- la mise au point d'une *lutte biologique* contre les adventices.

Concernant le premier point, l'objectif est de sélectionner :

- 1) des matières actives dont la pulvérisation est plus économique que l'entretien manuel, ce qui n'est actuellement pas toujours le cas,
- 2) des matières actives sélectives de l'hévéa, en particulier la première année de plantation, stade très critique pour l'avenir de l'arbre.

Le deuxième point sera plus axé sur l'étude des plantes de couverture concurrentes des adventices.

6.2. Cultures associées

L'intérêt des cultures vivrières annuelles pendant les trois premières années n'est plus à démontrer, tant sur le plan technique que sur le plan économique.

Le transfert de ces résultats, en milieu villageois principalement, est du domaine de la recherche intégrée ou recherche-développement. L'étude de l'association de l'hévéa à d'autres cultures industrielles devrait maintenant s'intensifier dans le cadre plus général d'une étude de l'*agroforesterie* visant à optimiser la production agricole par unité de surface, tout en préservant les potentialités du milieu. Les *associations permanentes* peuvent être effectuées soit avec un dispositif classique pour des plantes ombrophiles, soit avec un dispositif à grand écartement pour les autres cultures, annuelles ou pérennes.

8. Utilisation des microboutures

La mise au point de la technique de microbouturage, actuellement en cours, incluant la phase "endurcissement" et son application comme système de propagation végétative à grande échelle, vont entraîner un changement profond des méthodes de pépinières et de plantage classiques.

Les premiers résultats mettent en évidence la possibilité de réduire la durée de la phase d'acclimatation à 3/4 mois. Les microboutures dans ces conditions peuvent être élevées dans des conteneurs de taille réduite par rapport aux sacs actuellement utilisés. Un important travail pour la mise au point des techniques de préparation des plants reste à faire.

Les techniques de plantation elles-même et les techniques d'entretien dans le tout jeune âge devront être adaptées.

De même, l'utilisation des microboutures avec leurs systèmes racinaires clonaux entraînera une nouvelle situation face au problème de la fertilisation.

9. Les moyens actuels, les thèmes à renforcer

Le tableau ci-joint met en évidence le temps-chercheur consacré à ce programme.

Par rapport aux programmes "Amélioration génétique" et "Exploitation-Physiologie", la Phytotechnie, malgré le nombre de ses thèmes, est le programme qui dispose du plus faible temps chercheur (15 % du temps chercheur de la Division Agronomie). A cela, il faut ajouter que la plupart des chercheurs ne sont pas à plein temps sur un thème mais au contraire partagent, soit entre plusieurs thèmes, soit avec un autre programme et bien souvent, la motivation du chercheur est tournée vers une activité plus ciblée que celle de la phytotechnie.

Il est donc clair que dans le dispositif de la Division Agronomie, la phytotechnie ne bénéficie pas de temps chercheur suffisant.

Ce problème mérite réflexion car il engage l'orientation des activités de notre département.

On a pu dire que "l'avenir de l'IRCA n'est plus sans doute dans la conduite de recherche sur les herbicides, la fertilisation, les cultures intercalaires...", ce qui voulait signifier sans doute la nécessité pour l'IRCA d'ouvrir de nouvelles recherches qui tiennent compte des progrès actuels dans les domaines scientifiques pointus se rapportant à l'agronomie. Il n'en reste pas moins qu'un des aspects majeurs de la vocation de l'IRCA est de pouvoir proposer des solutions techniques aux utilisateurs, industriels ou villageois, toujours très demandeurs.

La connaissance de la plante en relation avec son milieu n'ayant été que très partiellement étudiée jusqu'à présent devra être l'objet, pour les cinq années à venir, d'un effort particulier de la part de l'IRCA.

Les "sciences agronomiques" sensu stricto ont progressé en même temps que d'autres sciences sans doute plus d'actualité ; il serait dangereux pour notre département à vocation recherche appliquée de ne pas être présent sur les thèmes suivants :

- étude du système racinaire
- alimentation hydrique
- évolution de la fertilité des sols
- la bioclimatologie appliquée à l'hévéaculture
- rendre opérationnel le fichier-bloc témoin.

On signalera deux nouvelles actions qui sont encourageantes :

- le démarrage d'une thèse dans le laboratoire de Loïc PAGES à l'INRA-AVIGNON dont le thème est : "Etude et modélisation de la mise en place du système racinaire de l'hévéa issu de semis et de microboutures" ;
- la réponse positive au financement par le Ministère de l'Environnement au projet déposé avec l'aide de la MICAM et du laboratoire d'Ecologie de l'école normale supérieure sur le thème "Evaluation de la relation entre processus biologique et fertilité dans les plantations d'hévéas".

Le programme phytotechnie, très imbriqué avec les autres programmes, doit être maintenu à un niveau scientifique suffisant dans l'intérêt même du bon déroulement des autres programmes de l'IRCA.

1) Cadres non chercheurs
(plutôt techniciens ou développeurs)

Programmes localisation	Amélioration génétique		Phytotechnie			PHYTOPA- LOGIE	Exploitation/ physiologie		R / D Agro- Eco	autres plantes à latex	Généra- listes hévéa	Total/pays		
	création études des clones	C I V	Techn. cultu- rales	Relation plante/sol climat	Cultures associées		Physio- logie	Systèmes de saignée				Cadres Nat.		VSN
PARIS	D. NICOLAS (0,75)	(0,25)	M. de la SERVE		(0,5)	DESPREAUX			M. de la SERVE (0,5)			3		
MONTPELLIER	CHEVALLIER	CARRON ENJALRIC LARDET FOURET					JACOB PREVOT			SERIER (pm)		7		
GUYANE	RIVANO (0,25)		Franck RIVANO PETAT (V.S.N.)		(0,25)	RIVANO (0,5)						1		1
COTE D'IVOIRE	CLEM-DEM. LEGNATE GNAGNE	LECONTE (0,5) DRENOU (VSN)	LECONTE (0,5) KELI		ZEHI (1)	TRAN.V.C.	LACROTTE SERRES + 2 bour- siers	COMMERE OBOUAYEBA	MAVEL ROUXEL		ESCHBACH	9	5	1
CAMEROUN	GOHET (0,25)		GOHET (0,25)			LEGOUPIL (VSN) GOHET (0,25)	LE COZ	GOHET (0,25)			LANGLOIS	3		1
GABON	JOBBE.D (0,25)		JOBBE-DUVAL (0,25)		FAUVEAU	JOBBE.D (0,25)		JOBBE.D (0,25)			de VERNOU	3	3 (1)	
INDONESIE									A.GOUYON		DELABARRE	2		
BRESIL	CHAPUSET (0,5)									CHAPUSET (0,5)	OMONT	2		
TOTAL/THEME	6	5,75				4	5	2,5	3,5	0,5	5	30	5	3
TOT./PROGRAMME	11,75		5,75			4	7,5		3,5	0,5	5	(+3)		
%	31 %		15 %			11 %	20 %		9 %	1 %	13 %			

PERSPECTIVES IRCA 1990-1995

PROGRAMME DE PHYTOPATHOLOGIE

Les maladies de l'hévéa apparaissent de plus en plus fréquemment comme d'importants facteurs limitants de la production de caoutchouc naturel.

La plupart d'entre-elles sont provoquées par des parasites fongiques non-spécifiques, qui étaient déjà présents dans les zones où la culture d'*Hevea brasiliensis* a été implantée. Il s'agit de pourridiés (*Rigidoporus lignosus*, *Armillaria mellea*, *Phellinus noxius*, *Ganoderma philipii*, *sphaerostilbe repens*, ...), de maladies de feuilles (*Microcyclus ulei*, *Glomerella cingulata* = *Colletotrichum gloeosporioides* = *Gleosporium alboatrum*, *Oidium hevea*, *Phytophthora* spp., *Corynespora cassiicola*, *Tanatephorus cucumeris*, ...), ou encore de maladies de l'écorce (*Corticium salmonicolor*, *Phytophthora* spp., *Ceratocystis fimbriata*, *Fusarium solani*, ...).

Les dégâts les plus importants sont engendrés par les pourridiés, en particulier par la pourriture blanche des racines due à *R. lignosus*. Les maladies de feuilles et de l'écorce sont en général moins dommageables, car rarement mortelles pour les arbres, exception faite du S.A.L.B. (South American Leaf Blight) provoqué par *M. ulei*. Elles peuvent néanmoins être à l'origine de baisses de production non négligeables lorsque les conditions sont favorables au développement des épidémies.

De nombreuses recherches ont déjà été conduites pour tenter de lutter contre la plupart de ces fléaux. Compte tenu de la grande diversité des problèmes rencontrés, un groupe de phytopathologues a été créé au sein de l'IRRDB et une première réunion d'échanges et d'informations s'est tenue à Chiang Mai, en Thaïlande, en novembre 1987.

De par sa vocation d'assistance technique auprès des planteurs, l'IRCA pour sa part entreprend des études sur chaque maladie dès lors qu'elle représente un danger réel ou potentiel pour les plantations. Trois d'entre-elles font plus particulièrement l'objet de recherches depuis plusieurs années: la pourriture blanche des racines (*R. lignosus*), la maladie sud-américaine des feuilles (*M. ulei*) et l'anthracnose des feuilles en Afrique Centrale (*C. gloeosporioides*).

Il existe aussi une autre affection de l'écorce qui s'exprime par un tarissement de l'encoche de saignée et dont l'origine est encore incertaine. L'une des hypothèses pour

expliquer ce phénomène d'"encoche sèche" serait l'existence d'un agent pathogène (virus ou viroïde) non encore identifié. La vérification de cette hypothèse pourra être considérée comme un quatrième thème phytopathologique important dans les prochaines années.

Toutefois, l'apparition d'un parasite nouveau ou la brusque aggravation d'une situation aujourd'hui peu alarmante, peut amener d'autres sujets au premier plan. L'importance relative des sujets de recherches est ainsi susceptible d'être modifiée à tout moment. Dans le cadre d'un institut comme l'IRCA dont la volonté première est de rester proche des utilisateurs, la programmation dans les domaines qui concernent la protection des cultures doit pouvoir préserver une grande souplesse.

Les travaux proposés portent sur les principaux problèmes auxquels sont confrontés les plantations dans lesquelles l'IRCA intervient. Mais ils s'accompagnent bien évidemment d'une surveillance active d'éventuels développements d'autres parasites et d'une information permanente de l'évolution des maladies sur l'ensemble des zones hévéicoles.

LES RECHERCHES SUR LES POURRIDIES

A) La pourriture blanche des racines (*R. lignosus*)

La lutte contre *R. lignosus* (anciennement *Fomes lignosus*) est le thème de phytopathologie qui a été le plus développé par l'IRCA jusqu'à présent, particulièrement en Côte d'Ivoire. Ces études ont été réalisées en collaboration avec les chercheurs de l'ORSTOM, dont les travaux étaient plus orientés vers la biologie du parasite, l'épidémiologie de la maladie et les relations hôte-parasite.

Beaucoup de connaissances ont déjà été accumulées et la plupart des sujets envisagés sont une poursuite de travaux déjà en cours

1) Amélioration de l'efficacité des méthodes de lutte existantes

Etude des effets des préparations des sols avant plantation

La lutte par méthodes culturales est basée sur le principe de l'élimination du maximum de substrats ligneux susceptibles d'être envahis par le champignon et d'intervenir par la suite comme des sources d'inoculum.

Les méthodes pour parvenir à ce but sont extrêmement variées. Il s'agit par exemple, de l'extraction manuelle ou mécanique, de l'écobuage, de la jachère ou d'une période culturale non-hôte. Chacune de ces techniques peuvent être utilisées seules ou cumulées.

Recherche de nouvelles molécules anti-fongiques ou de nouvelles formulations fongicides

R. lignosus possède la particularité de développer un mycélium externe nécessaire à sa progression à l'intérieur de l'hôte (JOHN, 1958). Cette caractéristique est probablement à l'origine de l'efficacité des fongicides de contacts comme le PCNB en application directe sur le système racinaire des hévéas (FOX, 1966). Néanmoins l'utilisation de ces fongicides nécessitent l'ouverture d'une large cuvette au pied de chaque arbre, ce qui demande beaucoup de temps et de main d'oeuvre.

Les recherches menées au cours de ces dernières années en Côte d'Ivoire ont permis de mettre en évidence l'activité d'un autre produit anti-fongique, le tridémorphe, qui peut être appliqué simplement par arrosage au pied des arbres malades et de leurs voisins (TRAN VAN CAHN, 1985).

Cependant les derniers travaux effectués en Côte d'Ivoire, au Cameroun, au Gabon et en Indonésie indiquent qu'il existe d'autres molécules, en particulier parmi les triazoles, qui possèdent une activité nettement supérieure à celle du tridémorphe. Une nouvelle mise au point de la lutte chimique doit être entreprise compte tenu des propriétés de ces nouvelles molécules.

Par ailleurs, l'industrie phytosanitaire propose maintenant des formulations en granulé à dissolution lente. Leur utilisation pourrait apporter une amélioration de la rémanence des produits tout en facilitant considérablement les épandages.

Etude des modes d'épandage

La lutte chimique est préconisée sur les arbres "malades" et sur leurs voisins.

En pratique, une ronde de détection est effectuée avant les traitements pour identifier les arbres devant subir un traitement. Il est possible d'envisager d'autres modes d'épandage comme par exemple un traitement systématique de tous les pieds (économie de la ronde de détection), ou un traitement systématique de tous les pieds en bordure d'andain, etc.

Enfin une étude plus précise sur les effets de différents rythmes de traitements serait souhaitable.

Etude de la structure de la population pathogène

La présence de pourriture blanche des racines a été relevée dans pratiquement toutes les zones hévécicoles. Son agent causal, *R. lignosus*, est considéré comme une espèce unique et sa variabilité n' a pas été véritablement étudiée. Pourtant les résultats obtenus avec les méthodes de lutte se sont révélés différents en Côte d'Ivoire, au Cameroun et en Indonésie.

De fait, les conditions dissemblables rencontrées d'un continent à l'autre et le faible pouvoir de propagation dans l'espace de ce parasite tellurique conduisent à supposer qu'il existe plusieurs populations, génétiquement indépendantes depuis longtemps. Les divergences évolutives de chacune d'entre-elles peuvent avoir une influence déterminante sur les méthodes de détection ou de lutte.

Une étude de la variabilité de la population pathogène mondiale a été entreprise depuis 1989. Pour l'instant, une vingtaine d'isolats prélevés en Afrique de l'Ouest, en Afrique Centrale et en Indonésie ont été mis en comparaison en prenant en considération leurs caractères morphologiques et physiologiques. Une approche par la voie classique des zymogrammes vient juste d'être initiée. La variabilité enzymatique sera surtout analysée sur les laccases et les Mn-peroxydases qui se sont révélées essentielles dans la dégradation de la lignine (GEIGER, 1987; GALLIANO, 1989).

Ces travaux seront renforcés par une étude préliminaire de la variabilité des ARN ribosomiaux qui sera réalisée dans le laboratoire de Cryptogamie à l'Université Paris-Sud d'Orsay. Si les premiers résultats en révèlent la nécessité, cette approche par la biologie moléculaire sera poursuivie au niveau des ADN nucléaires.

Par la suite, il sera nécessaire d'étudier les relations qui existent entre la variabilité génétique et le pouvoir pathogène, d'une part, le pouvoir pathogène et le développement de l'épidémie, d'autre part. Ces aspects du problème représentent un volet complet de recherches qui n'est réalisable que s'il est possible de disposer d'une gamme de clones pourvus de leur propre système racinaire. Des analyses pourront être faites après confrontation de cette gamme à un ensemble de souches représentatives de la population pathogène, au laboratoire et au champ. De telles études entrent dans le domaine des recherches de nouvelles méthodes de lutte.

2) Les recherches de nouvelles méthodes de lutte

La lutte génétique

Les possibilités de lutte par voie génétique ont été pour l'instant relativement peu explorées. Cette situation s'explique par le développement des cultures à partir de clones haut-producteurs greffés sur des porte-greffes issus de semis. La sélection a été faite sur les greffon et non sur le système racinaire porteur. Or c'est ce dernier qui est soumis aux attaques de pourridiés.

L'amélioration du niveau de résistance du système racinaire des plants cultivés ne pourra être entreprise qu'à partir de la mise en pratique à grande échelle des méthodes de multiplication par voie végétative. Par ailleurs, les recherches sur la structure de la population pathogène devront être suffisamment avancées pour pouvoir choisir un ensemble de souches représentatives. Enfin, une méthode d'infection artificielle contrôlée proche des conditions naturelles devra être mise au point.

Une bonne réalisation de ces études demande une étroite concertation avec le laboratoire de multiplication *in vitro* et le programme d'amélioration.

Une recherche d'individus résistants a déjà été mise en place en Côte d'Ivoire en soumettant 480 pieds issus de graine à des contaminations artificielles successives. Il reste actuellement sept pieds survivants. Une multiplication de ces arbres par voie végétative a déjà été entreprise.

La lutte biologique

L'une des possibilités de lutte biologique est l'utilisation des propriétés antagonistes d'autres champignons lignivores. Cette voie a tout d'abord été abordée *in vitro* par la sélection de trois isolats d'espèces différentes (*Lentinus squarrosulus*, *Cerrena meyenii*, *Gloeophyllum striatum*) possédant ce type de caractéristiques face à *R. lignosus* (BRUNCK, 1984). Elle a été poursuivie sous forme d'une thèse dans le laboratoire de Physiologie Végétale Appliquée du professeur BOTTON à l'Université de Nancy (IRAQI, 1987). Ces études étaient conduites en collaboration avec le laboratoire de Phytopathologie de la station IRCA de Bimbresso pour les essais sur le terrain.

Les tentatives d'inoculation de ces champignons antagonistes en conditions naturelles ont échouées. Ils ont probablement perdu une grande partie de leur pouvoir compétiteur à la suite des repiquages successifs *in vitro* (depuis 1955). Leur utilisation en tant qu'organisme antagoniste *in situ* est de ce fait sérieusement compromise.

Néanmoins des études se poursuivent avec *L. squarrosulus* car ce champignon produit une ou plusieurs substances à forte action inhibitrice sur la croissance mycélienne de *R. lignosus*. L'objectif de ces travaux est l'identification d'une molécule à forte activité anti-fongique susceptible d'être utilisée dans la lutte contre *R. lignosus*.

Une autre étude à partir d'isolement "nouveaux" vient juste d'être entreprise. Elle consiste pour l'instant à tenter d'isoler des champignons lignivores à partir de vieilles souches. Les isolats seront ensuite confrontés à *R. lignosus* en laboratoire et au champ. Le caractère principal à retenir n'est pas nécessairement l'activité antagoniste en tant que telle. En effet, un autre aspect intéressant est l'accélération de la dégradation des substrats ligneux. Un champignon qui pourrait décomposer les débris ligneux très rapidement aurait nécessairement un effet bénéfique, même s'il ne possède aucune activité propre contre *R. lignosus*.

Une autre possibilité de lutte biologique pourrait aussi être envisagée si les études décrites plus haut révèlent une grande variabilité du pouvoir pathogène comme le laissent supposer les travaux préliminaires effectués par NANDRIS (1985). Il serait alors peut-être possible de favoriser l'installation de souches possédant un pouvoir pathogène faible au détriment des souches à pouvoir pathogène fort.

Les méthodes de détection

Les méthodes de détection utilisées aujourd'hui sont basées sur l'observation, soit des symptômes foliaires, soit de la présence de rhyzomorphes à la base des troncs après avoir creusé une cuvette d'une dizaine de centimètres de profondeur dans le sol. Bien que la seconde méthode soit plus performante que la première, les arbres malades ainsi révélés sont pour la plupart déjà trop infectés pour être sauvés.

Une amélioration des méthodes de détection dans leur précocité et leur fiabilité serait sûrement à l'origine d'une meilleure efficacité des méthodes de lutte existantes. Cela pourrait aussi conduire à un changement encore plus radical des techniques de lutte grâce à une perception plus fine et plus complète des facteurs qui interviennent dans l'évolution de la maladie

Une tentative a été récemment entreprise dans cette voie en essayant de caractériser l'état infecté par des critères biochimiques (GEIGER, 1987). L'hypothèse de départ était que certaines enzymes excrétées par le champignon lors du processus d'infection devaient être entraînées par les tissus conducteurs de l'hôte dans d'autres parties de l'arbre. La présence de telles molécules n'a pas pu être décelée dans les parties saines des arbres avec les méthodes utilisées.

Notre projet est de reprendre ces études en utilisant des méthodes immuno-enzymatiques qui peuvent être beaucoup plus sensibles que les caractérisations biochimiques.

Le préalable indispensable à ces travaux est la connaissance de la variabilité enzymatique de la population pathogène afin de pouvoir élaborer des sérums à partir de souches représentatives de l'ensemble de la population.

Les sérums seront ensuite produits à partir d'extraits protéiques complexes ou avec des enzymes purifiées. Leur sensibilité et de leur spécificité sera caractérisée *in vitro*.

Il est souhaitable que les premiers essais de diagnostic soient effectués au laboratoire sur des jeunes plants inoculés artificiellement. Leur mise au point finale sera réalisée en champ.

B) Les pourridiés dus à l'armillaire

Les attaques d'*A. mellea* peuvent avoir localement des conséquences importantes sur les plantations. A l'inverse du cas de *R. lignosus*, il n'existe pas de méthode de lutte connue autre que l'extraction des arbres malades. Dès les premiers stades de l'infection, le parasite pénètre à l'intérieur des tissus lignifiés de l'hôte et les applications externes de fongicides n'empêchent pas sa progression.

Les connaissances sur les armillaires en général ont beaucoup évolué ces dernières années, en particulier grâce aux techniques de biologie moléculaire. En effet, il a été montré qu'au moins 55 espèces différentes d'armillaires étaient "réunies" sous le nom d'*A. mellea*. Chacune de ces 55 espèces possède ces propres caractéristiques et surtout sa propre gamme d'hôte.

Il est important de pouvoir clarifier rapidement la situation pour les armillaires rencontrée sur hevea en Afrique. Des contacts à ce sujet ont été pris avec GUILLAUMIN de l'INRA (Clermont-Ferrand) dont la laboratoire est associé à un projet C.E.E. sur les armillaires africaines. Des isollements doivent lui être envoyés pour identification et études de laboratoire.

Au champ, des observations sont réalisées sur l'évolution de la maladie, au niveau épidémiologique et au niveau des relations hôte-parasite. Des méthodes de lutte par voie mécaniques (grattages, excision des racines infectées, ...) et par voie chimique avec des nouvelles molécules sont mises à l'épreuve.

LES RECHERCHES SUR LES MALADIES DE FEUILLES

L'hevea est sujet à de très nombreuses maladies de feuilles. Les niveaux des dégâts provoqués varient considérablement suivant les localités.

L'IRCA développe des programmes de recherches importants sur deux des parasites foliaires: *M. ulei* et *C. gloeosporioïdes* (= *G. cingulata*). Cependant des études plus ponctuelles sont conduites sur deux autres agents pathogènes: *O. hevea*, *C. cassiicola*.

A) La maladie sud-américaine des feuilles (S.A.L.B.)

Cette maladie provoquée par *M. ulei* est considérée comme le principal facteur limitant de l'hévéaculture sur le continent américain. Elle est extrêmement destructrice et sa propagation à d'autres zones hévéicoles est un sujet d'inquiétude permanent.

De nombreuses recherches ont déjà été conduites, en particulier au Brésil. Elles n'ont pas encore abouti à la vulgarisation de méthodes de lutte efficaces. Plusieurs programmes de recherches sont actuellement en cours.

1) Identification des composants de la résistance générale

Un programme de recherches détaillé associant Amélioration et Phytopathologie a été proposé en 1988 par le professeur CHEVAUGEON (voir annexe). L'objectif fixé est d'arriver à associer un niveau de résistance générale satisfaisant à un bon niveau de production. Cette étude veut éviter l'écueil des résistances spécifiques trop peu fiables à long terme et prévoit dans ce but l'identification de composants de la résistance générale.

Certaines observations sont réalisées au champ en conditions naturelles de contamination (chute des jeunes feuilles, fréquence des pointes sèches, densité du feuillage adulte, déformation des feuilles, abondance des lésions, excision des tissus lésés, taille des lésions, rythme de défoliation-refoliation).

D'autres demandent que des inoculations soient effectuées sous abris avec des souches de *M. ulei* à pouvoir pathogène connu. Il est proposé de réaliser ces infections artificielles avec une même souche polyvirulente capable de provoquer des lésions lorsqu'elle est confrontée aux gènes de résistance spécifique les plus divers possible.

Le choix d'une souche particulière pour contrôler les niveaux de résistance générale nécessite un approfondissement des connaissances sur la population pathogène. En effet, les races physiologiques de *M. ulei* demeurent encore très mal

connues. Corrélativement, il est impossible d'identifier les gènes de résistance spécifique présents chez *H. brasiliensis* et les autres espèces. La distinction entre les effets de la résistance générale et ceux de la résistance spécifique risque ainsi d'être délicate à réaliser en pratique.

2) Recherches de substances constitutives ou induites intervenant dans les mécanismes de résistance

Une autre voie exploitée actuellement à l'USTL (Montpellier) est la caractérisation biochimique de molécules impliquées dans les phénomènes de résistances.

Des travaux réalisés en collaboration entre le CNSDP (Manaus, Brésil) et laboratoire du professeur LIEBEREI (R.F.A.) ont montré que les attaques de *M. ulei* sur les feuilles provoquent la libération de composés cyanogéniques. L'intensité de cette libération apparaît globalement corrélée à la sensibilité clonale au parasite. L'interprétation avancée par le professeur LIEBEREI est que la libération des composés cyanogéniques chez les clones sensibles "fragilise" les tissus foliaires face à l'agression parasitaire.

Cependant les classements des clones selon leurs niveaux de sensibilité diffèrent sensiblement selon les parasites foliaires considérés. La "fragilisation" des tissus foliaires n'interviendrait-elle que pour certains agents pathogènes ?

En l'absence d'un ou quelques composés anti-fongiques facilement identifiables, les résultats obtenus sont difficiles à interpréter simplement. De fait, la résistance est le plus souvent l'aboutissement de nombreux événements biochimiques plus ou moins dépendants, qui isolément peuvent avoir un effet négligeable, mais dont l'addition assure une bonne protection. La recherche de marqueurs biochimiques de la résistance risque par la dilution des effets de ne pas aboutir à des critères de sélection facilement exploitables.

3) La lutte chimique

L'efficacité des fongicides est relativement facile à mettre en évidence en pépinière ou en jardin à bois. Une sélection efficace des molécules proposées par l'industrie phytosanitaire peut-être effectuée à ce niveau.

L'effet des traitements à grande échelle est beaucoup plus difficile à estimer dans une plantation adulte. Il existe d'abord un problème d'évaluation qui reste encore trop imprécise. Les résultats des essais sont le plus souvent trop variables pour être interprétés statistiquement.

La deuxième difficulté se situe au niveau du choix du mode d'application sur des arbres dont la hauteur peut être supérieure à 25m. Les épandages par voie aérienne étant d'un coût prohibitif, les traitements doivent être effectués à partir du sol par atomisation ou thermonébulisation. Les résultats obtenus jusqu'à présent avec l'un ou l'autre de ces

procédés ne se sont pas révélés satisfaisants. Cependant aucun appareil n'a encore été conçu spécifiquement pour ce type de traitement et les produits ne sont pas formulés en fonction du matériel utilisé. Une étude approfondie d'un matériel spécifique, mis en oeuvre avec les formulations adéquates, devrait pouvoir apporter des résultats plus probants.

**B) L'anthraxose des feuilles provoquée par
C. gloeosporioides (=G. cingulata)**

C. gloeosporioides se comporte fréquemment comme un parasite secondaire qui n'infecte que des hôtes peu vigoureux.

Sur hevea, ce champignon peut être considéré comme un agent pathogène particulièrement agressif sur les jeunes feuilles. Lorsque les conditions sont favorables au développement d'une épidémie, il est à l'origine de sévères attaques foliaires, non seulement en pépinière et en jardin à bois, mais aussi en plantation adulte.

En pépinière ou en jardin à bois, les épidémies peuvent être contrôlées par des applications périodiques de fongicides. En plantation, il n'existe pas actuellement de moyens chimiques pour les maîtriser. Les recherches entreprises ont cependant permis de mettre au point d'autres méthodes de lutte.

1) Amélioration des méthodes de lutte existantes

La défoliation artificielle anticipée

Une méthode d'esquive par défoliation artificielle anticipée a été mise au point par l'IRCA. Son principe consiste à empêcher la concordance des deux facteurs nécessaires à l'explosion de la maladie: la présence de jeunes feuilles et une forte pluviosité.

Les hévéas adultes sont naturellement soumis à un cycle de défoliation-refoliation qui intervient en général au cours d'une saison à moindre pluviosité. Si les pluies reprennent lorsque une forte proportion de feuilles est encore à un stade sensible, la maladie entraîne des défoliations anarchiques successives qui sont très préjudiciables à la croissance ou à la productivité des arbres. Une application d'éthrel par voie aérienne juste avant la saison sèche permet d'accélérer le processus de défoliation. La refoliation des arbres est alors plus précoce, alors que la pluviosité reste encore faible. Lorsque les pluies reviennent, la plupart des feuilles sont devenues résistantes et la maladie ne peut plus se développer.

Cette méthode est pratiquée avec succès au Cameroun depuis 6 ans. Son efficacité globale ne peut être mise en doute, mais il reste encore de nombreuses questions à résoudre.

Des expériences ont montré que l'action de l'éthylène était inféodée à l'âge des feuilles. L'optimisation de l'efficacité des traitements passe par une étude physiologique de l'effet de l'éthylène en fonction du stade de développement foliaire.

L'intervention risque en principe d'être rendue inefficace si les pluies apparaissent trop tôt. Une estimation statistique de ce risque en fonction des dates d'application pourrait être entreprise.

Le choix des parcelles à traiter est fait empiriquement en fonction du développement de la maladie lors de la saison précédente. Une étude quantitative des seuils acceptables et des critères pour les mesurer permettrait d'affiner le mode de décision.

Le type d'épandage utilisé limite les possibilités d'utilisation de la méthode aux seules plantations industrielles. Des essais de traitement à partir du sol avec des appareils adaptés pourrait être mis en place dans des plantations villageoises.

La recherche de nouveaux clones résistants

Certains clones sélectionnés pour leur productivité possèdent un niveau de résistance satisfaisant. La nature de cette résistance est encore mal connue. Les recherches biochimiques sur les composés susceptibles d'être impliqués, effectuées à l'USTL (Montpellier) et l'Université des Sciences (Yaoundé), n'ont pas encore abouti à des résultats utilisables dans le cadre d'une sélection génétique.

Une étude plus vaste, similaire à celle qui a été engagée sur la résistance générale contre *M. ulei*, serait tout à fait souhaitable.

2) Recherches de nouvelles méthodes de lutte

La lutte chimique

La technique de défoliation artificielle anticipée ne peut être appliquée que lorsque les arbres montrent un cycle naturel de défoliation-refoliation bien marqué. Dans certains cas, ce cycle n'est pas observé ou il est très irrégulier. Des procédés de lutte chimique efficaces pourraient alors se révéler très utiles.

La problématique de la lutte chimique est exactement la même que celle décrite pour *M. ulei*. Ici aussi, une étude inter-active entre les recherches de molécules fongicides efficaces et le matériel de traitement est indispensable..

3) Recherches sur la maladie

Etude de l'évolution de la maladie dans l'espace et dans le temps

Une nette régression des effets de la maladie a été observée ces dernières années au Cameroun. La diminution des dégâts a été relevée tant sur les parcelles traitées que sur les parcelles non traitées. L'âge des arbres semble être impliqué dans ce processus du fait d'une régularisation et d'une anticipation (peut être due à la mise en saignée) des cycles naturels de défoliation-refoliation. Ces hypothèses demandent à être confirmées.

Mesure des effets des traitements

La principale conséquence de la maladie est la chute anarchique des feuilles. Les relations entre la densité du feuillage, le développement des arbres et la production de latex n'est pas connue. Il faudrait pourtant être en mesure de quantifier les bénéfices rapportés par les opérations de lutte pour pouvoir justifier les recommandations.

C) Les autres maladies de feuilles

1) Corynespora cassiicola

L'apparition récente de *C. cassiicola* au Cameroun est un sujet d'inquiétude important compte tenu des dégâts que ce parasite a déjà provoqué ailleurs.

Une confirmation taxonomique est encore nécessaire sur plusieurs isolats car pour l'instant une seule souche a été identifiée formellement. Cette étude devrait être étendue à l'ensemble des zones hévéicoles d'Afrique pour délimiter les régions atteintes avec certitude.

L'évolution de cette maladie qui ne s'est manifestée gravement qu'une fois au Cameroun est l'objet d'une surveillance attentive. Le comportement clonal est mis en observation afin de révéler d'éventuelles résistances.

2) Oïdium hevea

Ce parasite est particulièrement destructeur en Asie. La maladie se manifeste localement en Afrique sans engendrer de graves dégâts. Des systèmes de surveillance sont mis en place dans les régions où la maladie a déjà été relevée.

Des essais préliminaires de lutte chimique ont été mis en place. Le renforcement de ce dispositif n'est prévu qu'en cas d'aggravation notable de la situation actuelle.

LES PHENOMENES D'ENCOCHE SECHE

Les phénomènes d'"encoche sèche" ont déjà fait l'objet de très nombreuses recherches. Cette affection s'exprime en général par un tarissement de l'encoche de saignée et une nécrose plus ou moins étendue des tissus laticifères.

Ce symptôme peut correspondre à une dérégulation physiologique consécutive à une sur-exploitation ou une sur-stimulation des arbres. Dans ce cas, il est en général réversible, et après une période de repos, la production d latex reprend.

Il existe cependant des encoches sèches qui ne semblent pas dues à l'une ou l'autre de ces deux causes. Celles-ci sont le plus souvent irréversibles.

Les raisons de ce type de tarissement n'ont jamais été définies clairement. Un atelier mondial s'est tenu sur le sujet en 1989, et la confrontation des résultats obtenus de parts et d'autres n'a pas permis de beaucoup avancer.

La question qui se pose au phytopathologue est de savoir si l'encoche sèche peut être induite par un agent pathogène. Le seul élément qui milite en faveur de cette hypothèse est la constatation que la maladie se propage le plus souvent de manière non aléatoire: dans une même ligne, les arbres voisins des arbres malades sont statistiquement plus atteints que les voisins d'arbres sains

Jusqu'à présent aucun agent pathogène n'a pu être identifié, et de plus, l'affection n'a jamais pu être transmise artificiellement.

Néanmoins il reste possible que la présence d'un virus ou d'un viroïde puisse être impliquée dans les phénomènes de tarissement des encoches. Ce symptôme serait alors l'expression simple d'un complexe de facteurs d'origines différentes.

Une approche pluridisciplinaire est indispensable pour résoudre ce problème. Du côté phytopathologique trois études peuvent être proposées.

1) Mise en évidence de la propagation dans la ligne

C'est le point de départ de l'approche phytopathologique. Les travaux de l'ORSTOM dans ce domaine ne permette pas de conclure définitivement. De même, la transmission par le couteau de saignée n'a pas été établie solidement à partir d'un protocole irréprochable.

Ces deux hypothèses demandent impérativement à être confirmées car elles sont les seules à étayer l'hypothèse de l'agent pathogène.

2) Essais de transmission de l'affection

Un agent pathogène doit pouvoir être transmis à partir d'une plante malade vers une plante saine. Mais il n'est pas toujours facile de distinguer une plante malade d'une plante saine. En effet, certaines plantes peuvent être infestées par un parasite sans exprimer aucun symptôme. En contrepartie, une infestation artificielle réussie sur une plante saine ne conduira pas nécessairement à l'arrêt de la production de latex.

La transmission de la maladie par l'apport d'un agent pathogène serait pourtant une démonstration définitive du rôle de celui-ci. Toutes les modalités possible doivent être essayées pour transmettre la maladie

Il faut peut-être rechercher d'autres symptômes marquant plus spécifiquement la présence ou l'absence du parasite par une comparaison fine de plants supposés sains et de plants supposés "malades".

3) Recherches de viroïdes

Les viroïdes sont des chaînes d'ARN bicaténaires libres. Contrairement au virus, ils ne possèdent pas de capsid protéique protectrice.

Les viroïdes connus sont peu polymorphes. Il existe aujourd'hui trois sondes capables d'hybrider environ 85% d'entre-eux. Une confrontation de ces sondes avec des ARN extraits du latex ou de feuilles d'hévéas atteints pourrait apporter des résultats intéressants.

Par ailleurs, une comparaison des lots d'ARN bicaténaires issus de d'hévéas malades avec ceux issus de plants supposés sains serait susceptible de révéler des différences significatives.

4) Recherche d'individus résistants

L'encoche sèche est soumise à une influence clonale. La possibilité d'entreprendre une opération de lutte génétique contre ce phénomène mérite d'être prise en considération.

Hormis les recherches déjà citées, il faut signaler les travaux mis en oeuvre pour lutter contre les maladies des troncs, en particulier celles dues aux *Phytophthora* spp. et *Corticium salmonicolor*. Il s'agit essentiellement de recherches de nouvelles molécules fongicides plus actives que celles qui sont utilisées aujourd'hui. Une étude de la rémanence de ces nouveaux produits pourra ensuite être mise en place pour réduire au maximum les rythmes d'application.

PERSPECTIVES IRCA 1990-1995

PROGRAMME D'EXPLOITATION - PHYSIOLOGIE

PROPOSITIONS

INTRODUCTION

Ce double programme associe étroitement des études de base au laboratoire et des expérimentations de terrain. Cela lui donne une continuité très favorable à la Recherche Appliquée, but essentiel de notre Institut.

Les systèmes d'exploitation de l'hévéa présentent une importance majeure. De leur optimisation dépend en grande partie la rentabilité de cette activité agricole, tant en ce qui concerne les grandes surfaces hévéicoles de type industriel, que les petites plantations villageoises.

L'adaptation des méthodes de saignée et des techniques de stimulation, qui aboutit à des recommandations agronomiques, mais également à la définition de caractéristiques de matériel végétal utiles pour les sélectionneurs dans leur travail de création d'arbres hauts producteurs, nécessite beaucoup d'efforts, qui portent autant sur le nombre d'essais à réaliser, que sur leur durée dans le temps.

Il s'avère indispensable pour orienter efficacement les expérimentations, souvent très lourdes à mettre en place et à suivre, de connaître les mécanismes qui régissent la production. En d'autres termes, il s'agit de comprendre l'organisation et le fonctionnement des systèmes laticifères afin de déterminer les facteurs qui les contrôlent et, par, ou sur lesquels on peut agir, pour rendre leur exploitation optimale dans des conditions données.

Cette démarche conduit donc à l'étude de ce qui peut être appelé la physiologie de la production. Ce domaine est très vaste. Il sous-tend non seulement l'examen des aires drainées qui sont liées directement à la quantité de latex récolté lors de la saignée, mais également l'analyse des phénomènes interférant sur leur fonctionnement. Ces phénomènes peuvent dépendre aussi bien du système racinaire et de ses relations avec le sol, que de la couronne foliaire et de ses mécanismes stomatiques et photosynthétiques.

Les informations obtenues permettent de construire peu à peu un modèle, mais en même temps de réaliser des expériences sur le terrain qui répondent à une problématique précise, indispensable à toute recherche efficace.

Les résultats acquis peuvent non seulement enrichir et faire progresser le domaine de l'application, mais généreront d'autres questions qui iront nourrir la recherche de base, et servir ainsi de catalyseur à de nouvelles avancées.

PHYSIOLOGIE DE LA PRODUCTION

LES ACQUIS

Toute la palette de la physiologie de la production n'a pas été encore abordée par les équipes de l'IRCA. L'option prioritaire choisie, pour des raisons tant scientifiques que pratiques en rapport avec leur potentiel de recherche, a été l'étude de l'organisation et du fonctionnement des laticifères dans les aires drainées lors de la saignée. Ceci implique l'examen de la structure cyto-histologique des tissus de l'écorce d'hévéa et surtout, l'exploration des mécanismes biochimiques responsables de l'écoulement et de la régénération du latex. Les efforts réalisés dans ce domaine en collaboration avec d'autres équipes scientifiques (ORSTOM, Universités françaises et étrangères) ont abouti à des résultats qui ont été exposés dans un document intitulé "bilan des cinq années passées" élaboré par le Directeur de l'IRCA. En résumé de nombreuses publications ont été éditées dans des revues scientifiques, ou exposées lors de meetings ou de workshops internationaux ; des rapports de recherches ont fait la synthèse complète de certains sujets ; un livre traitant de la physiologie du latex a été édité par CRC Press aux Etats Unis. Tous ces travaux ont apporté leur pierre à la connaissance scientifique en général (le nombre élevé de demandes de tirés à part de biologistes français ou étrangers en est la preuve) et à celle du système producteur du latex en particulier, mais a aussi permis d'avancer dans deux domaines appliqués importants : le diagnostic latex et la typologie clonale.

Le premier, utilisé pour l'estimation de "l'état de santé" des laticifères est un outil précieux pour détecter une sur- ou sous-exploitation ; il a déjà été testé au plan industriel.

Le second démontre scientifiquement que les clones, selon leurs caractéristiques, ne peuvent être exploités de la même manière. Il est donc utile pour les recommandations agronomiques au planteur, mais également, par l'intermédiaire des paramètres employés, au sélectionneur qui pourra les intégrer dans son arsenal de critères.

LA POLITIQUE A SUIVRE

Il est souhaitable d'emprunter la même approche. La connaissance biologique du système laticifère et de son fonctionnement est très loin d'être complète et de nombreuses questions de grand importance se posent encore à ce sujet ; de leur résolution dépend l'amélioration des acquis appliqués.

En outre, l'utilisation des techniques de biologie moléculaire commencent à se développer dans le domaine de l'hévéa. Or cette méthodologie de pointe, étape préalable à la mise en oeuvre du génie génétique, pour ne pas progresser en aveugle comme elle le fait trop souvent encore actuellement, doit bénéficier des acquis physiologiques pour focaliser son action sur les points adéquats lui permettant d'agir efficacement.

Les recherches de base engagées doivent donc être poursuivies en conservant leur motivation liée à l'application. Elles demandent de la continuité dans le renouvellement des sujets abordés et des méthodes mises en oeuvre. A ce sujet les techniques de biologie moléculaire ont commencé à être utilisées, de même que celles d'électrophysiologie, de spectrofluorimétrie. Cependant, dans ce cas il faut utiliser les compétences de spécialistes et des laboratoires équipés du matériel adéquat. La collaboration (qui était déjà pratiquée) avec les chercheurs d'organismes scientifiques différents ou les professeurs d'universités françaises (éventuellement étrangères) doit être renforcée. Mais il est important et nécessaire que l'IRCA garde toujours un contact aussi étroit que possible avec les autres équipes susceptibles de travailler sur le(s) thème(s) que l'Institut a proposé. Cette "interface" est le garant de l'efficacité, de l'utilité des recherches poursuivies et des progrès qui peuvent en découler dans le cadre qui est le nôtre.

Il est bien entendu que tous les chercheurs de l'IRCA qui participent à ce programme de physiologie-exploitation doivent être et se tenir informés des travaux réalisés dans ce domaine. Les physiologistes en particulier devront introduire des techniques nouvelles à l'IRCA pour le maintien et le développement d'une activité de recherche de base efficace. Leur cadre d'expérimentation dépend évidemment des possibilités offertes par leurs laboratoires d'accueil et la localisation de ceux-ci. Les rencontres, les échanges, les coopérations entre eux (recherches et publications) à quelque niveau que ce soit, doivent être aussi nombreux que possible et sont le gage indispensable d'une recherche active, c'est-à-dire vivante.

LES OPERATIONS DE RECHERCHES ENVISAGEES

Opération : connaissance des mécanismes de la production de latex

Un certain nombre de thèmes prioritaires sont retenus, qui peuvent sous-tendre plusieurs sujets.

- Etude des mécanismes régulant le métabolisme énergétique impliqué dans la production de latex

Toutes les réactions contribuant au "turn over" des molécules à haute énergie qui interviennent dans les voies de synthèse du caoutchouc (ATP, CoA, PPi) mais aussi à l'homéostasie du système laticifère, jouent un rôle majeur dans le fonctionnement du système de production de latex. Il est donc important d'en connaître les caractéristiques. C'est le cas de certaines phosphatases spécifiques (PPase, ATPase) de phosphotransférases (PP, PFK).

L'équipe de Montpellier se penche sur ce problème qui représentera une partie de sa charge de recherche.

- Etude des transferts membranaires

De plus en plus il apparaît que le fonctionnement cellulaire et sa régulation dépendent des transferts (eau, ions, substrats..) à travers les membranes délimitant la cellule (plasmalemma) ou ses différents compartiments (tonoplaste lutoïdique par exemple, pour les laticifères). Leur étude est donc capitale.

. Etude du plasmalemma de la cellule laticifère

Cette étude est particulièrement difficile dans la mesure où l'on ne sait pas encore isoler du plasmalemma et qu'il faut expérimenter *in situ*. Deux méthodes peuvent être utilisées, les radiomarqueurs et l'électrophysiologie.

- *Expérimentation avec les radiomarqueurs.* Cette expérimentation déjà en cours actuellement doit se poursuivre. Elle ne peut se faire, pour des raisons techniques, qu'en pays hévéicole. Elle analyse la pénétration de molécules marquées dans les laticifères en fonction de divers paramètres. L'équipe de l'IRCA Côte d'Ivoire, qui a déjà une bonne expérience dans ce domaine, peut assurer cette recherche.
- *Expérimentation avec l'électrophysiologie.* Cette technique de pointe demande la collaboration de spécialistes et d'appareillages sophistiqués. Cette collaboration a été trouvée à l'Université Paris VII avec le Pr Rona et son équipe. L'expérimentation se faisant sur des tissus corticaux de plantules jeunes, peut se réaliser à Paris dans son laboratoire. Un chercheur de l'IRCA Côte d'Ivoire a commencé à participer à ce travail grâce à des stages et devrait continuer à assurer cette liaison scientifique.

. Etude des pompes à protons tonoplastiques

L'obtention et le conditionnement relativement aisé des lutoïdes dont les membranes sont de nature tonoplastique, permettent des expérimentations *in vitro* pour étudier les pompes à protons localisées à leur niveau et dont le rôle primordial dans l'homéostasie des laticifères a été clairement montré. Une coopération à Montpellier avec l'ORSTOM ou l'INRA est envisagée pour examiner conjointement, à l'aide de spectrofluorimétrie, le mécanisme d'une ATPase déjà connue et d'une PPase mise récemment en évidence. La purification de ces enzymes pourraient permettre d'obtenir des anticorps correspondants, et en collaboration avec des équipes spécialisées à l'utilisation de sonde homologue.

- *Etudes de voies métaboliques importantes dans la régénération cellulaire des laticifères*

. Métabolisme de l'azote

Ce domaine a été rarement abordé et, eu égard à son importance, doit être mieux connu. L'IRCA Montpellier devrait pouvoir engager quelques recherches à ce sujet.

. Métabolisme des thiols

Ces molécules représentées en grande majorité par le glutathion (GSH) sont directement impliquées dans la protection cellulaire contre les mécanismes de sénescence ou de dégénérescence induits par le stress. L'étude de la synthèse ou de la régénération du GSH représente donc un grand intérêt. L'équipe de Montpellier, en collaboration avec l'équipe de Côte d'Ivoire commencera une expérimentation à ce sujet.

. Métabolisme des sucres *in situ*

Si actuellement un schéma relativement complet du métabolisme des sucres et partant du *cis*-polyisoprène a pu être établi *in vitro*, il est indispensable de connaître sa régulation *in situ* pour mieux distinguer les mécanismes physiologiques dont le rôle est prépondérant. A cet effet l'utilisation du radiomarquage est une solution adaptée et, bien que délicate à mettre en oeuvre, efficace. Un chercheur en Côte d'Ivoire, en collaboration avec Montpellier, pour des opérations analytiques, pourra intégrer ce sujet à son programme.

- *Etude des mécanismes de la stimulation*

- . Ce sujet est intéressant aussi bien sur le plan de la connaissance de base, que à terme, sur celui de l'application (optimisation des techniques utilisées au champ, détermination de critères de réponses utiles à la sélection).

Si les recherches menées jusqu'à présent et qui doivent être continuées ont permis de mettre en évidence un certain nombre de mécanismes biochimiques induits par la stimulation à l'éthylène, il s'avère nécessaire d'analyser plus précisément et plus finement leurs causes et leur chronologie. L'analyse se situe au niveau du génome, de l'expression et(ou) de la dérégulation de la synthèse de certaines enzymes clefs (pompes à protons telles que l'ATPase par exemple). Ce domaine est celui de la biologie moléculaire et de sa technologie.

A cet égard un programme a été engagé très récemment. Dans cette voie Mlle Pujade-Renaud commence une thèse dont le titre est : "Etude au niveau moléculaire du mécanisme intime de la stimulation de la production de latex chez l'hévéa par l'éthylène". Il s'agira dans un premier temps, de mettre au point une méthodologie adaptée : isolement, purification, dosage, séparation électrophorétique, traduction cellulaire du RNA-m, analyse des protéines traduites... L'expérimentation recherchera l'influence du traitement à l'éthylène sur ces RNA, en fonction

de différents paramètres (temps, concentration, clone...). L'utilisation de sondes hétérologues ou non permettra de mettre en évidence le degré d'expression de telle ou telle enzyme importante.

Ce travail se fait et se fera en collaboration étroite avec le laboratoire de physiologie de l'IRCA Côte d'Ivoire où un physiologiste assurera le développement des techniques de biologie moléculaire. Des essais classiques seront réalisés contemporanément, afin de donner des références biologiques connues.

L'analyse du matériel expérimental préparé en Côte d'Ivoire nécessite des laboratoires équipés d'une manière spécifique. Elle se fera donc en France. En outre, l'encadrement scientifique, particulièrement important dans ce domaine nouveau pour nous, sera assuré par le Pr Guern et le responsable du laboratoire d'accueil. Des contacts ont également été pris dans ce sens avec le Pr Quetier d'Orsay. Il faut enfin rappeler que le Dr Gidrol, qui a aidé Mlle Pujade-Renaud avec le Dr Kush lors du démarrage de l'opération en novembre 1989, restera informé de l'avancement des travaux et pourra éventuellement et, dans la mesure du possible, apporter son appui.

- *Etude des mécanismes d'activation des laticifères lors de la mise en saignée*

Il est connu que lors de l'ouverture d'un arbre, ou la reprise d'exploitation après une longue période de repos, la quantité de latex récolté est faible et qu'un certain nombre de saignées dites d'appel sont nécessaires pour que la production atteigne et se stabilise à un niveau satisfaisant.

Ce phénomène traduit un rééquilibrage métabolique au sein des laticifères, perçu par les variations de certains paramètres physiologiques. Il est très important d'en connaître les mécanismes intimes puisqu'ils sont liés étroitement à l'écoulement et à la régénération du latex, et qu'ils peuvent de ce fait apporter des informations précieuses sur les facteurs et peut-être les marqueurs liés à la production.

Cette recherche mettra en jeu des techniques de biologie moléculaire permettant par l'intermédiaire de l'étude des RNA-m, à l'aide de leur traduction in vitro et de leur analyse par les sondes spécifiques disponibles (homologues ou non), de mettre en évidence les modifications d'expression génomique, la dérégulation ou la répression de certaines enzymes ou molécules protéiques qu'il conviendra alors de déterminer.

Ces expériences devraient se faire en Côte d'Ivoire, en liaison avec des laboratoires spécialisés, tel que l'IBMS (Singapour) dont la collaboration est souhaitée et a été demandée.

- *Etude de la typologie de fonctionnement des laticifères*

Il a été possible de mettre en évidence une typologie de fonctionnement des laticifères basée sur leur activité métabolique. Une forte activité est caractéristique de clones qui ont un écoulement aisé et une régénération rapide (ex. PB 235 et PB 260). Par contre ils répondent mal au traitement stimulant à l'Ethrel et sont sensibles à la fatigue physiologique et à la sécheresse d'encoche. Au contraire, une activité métabolique plus lente est reliée à des clones dont l'écoulement est moins aisé, la régénération plus paresseuse (ex. PB 217 et PB 261). Toutefois, leur excellente réaction à la stimulation et leur résistance à l'encoche sèche en font également de bons producteurs.

L'étude au plan de l'expression génomique de ces différents types, par les méthodes de biologie moléculaire déjà évoquées devrait apporter des indications très importantes sur les facteurs majeurs ou les marqueurs contrôlant, sinon caractérisant le phénomène de la production.

Cette étude doit également être menée sur champ pour les extractions des ARN messagers. Leur traduction acellulaire, l'analyse des protéines dont ils ont codé la synthèse par radiogrammes d'électrophorèses bidimensionnelles, peuvent se faire en Côte d'Ivoire ; leur électrophorèse et leur transfert sur membrane doivent permettre d'envoyer ces supports pour test d'hybridation, avec les sondes disponibles, dans des laboratoires spécialisés ayant accepté de collaborer sur ce sujet (IBMS par exemple).

- *Disponibilité en eau au niveau des aires drainées et production*

Ce thème est d'une importance majeure. En effet, si l'un des facteurs limitants de la production est la régénération, un autre tout aussi crucial est l'écoulement. Or, si l'activité métabolique joue un rôle non négligeable sur la facilité de l'écoulement, il n'en reste pas moins vrai que la disponibilité en eau au niveau du panneau de saignée est l'élément clef du phénomène. Cette disponibilité dépend de l'eau libre dans le sol, de la "pompe racinaire", du flux hydrique dans l'arbre et de "l'appel foliaire". Le sujet eau-sol-plante est extrêmement vaste et nécessite, outre un potentiel chercheur suffisant, du matériel coûteux et spécifique pour certaines expériences. Il est donc indispensable, eu égard aux moyens en chercheurs et en financement, de collaborer entre les programmes et de choisir les problèmes prioritaires à étudier.

Dans un premier temps, il apparaît raisonnable de focaliser les recherches du programme physiologie sur le problème de l'eau au niveau des laticifères et des aires drainées. La mesure des pressions osmotiques, des pressions de turgescence et des flux de sève brute peuvent, en fonction de facteurs divers (clone, stimulation, conditions écologiques, etc..), donner des informations précieuses dans ce domaine.

Toutefois, il est important qu'au moins un chercheur de l'IRCA puisse se spécialiser dans cette approche et qu'une collaboration soit mise en place avec des chercheurs ou des laboratoires travaillant dans ce domaine. C'est le cas de l'Institut de Recherches sur le Caoutchouc aux Indes (IRRI).

Une mission préliminaire a donc été prévue début 1990, qui lui permettra d'une part, d'examiner les axes de travail suivis par cette équipe, et d'autre part, de s'informer sur la nature et le fonctionnement des appareillages utilisés.

En outre, il serait souhaitable de contacter le Pr Saugier de Paris VII qui a encadré les recherches de ce type poursuivies par l'IRHO.

- *Le diagnostic latex*

Cet axe de recherche porte sur deux points. Le premier a pour objet d'affiner la connaissance physiologique qui a permis de mettre au point la méthode. Le second a comme but d'améliorer techniquement la mise en oeuvre de ce diagnostic. Les chercheurs qui aborderont ce sujet doivent être nécessairement localisés en pays hévéicoles (actuellement Côte d'Ivoire et Cameroun).

- . Approfondissement des connaissances impliquées dans le DL et son application

La recherche et l'adaptation d'autres paramètres simples à utiliser et riches en informations physiologiques ne doivent pas être perdues de vue. Il est nécessaire, dans ce cas, de les tester et de les comparer "aux outils" déjà évalués et disponibles.

L'analyse précise des résultats obtenus dans différentes conditions (expérimentations spécifiques ou campagnes d'analyses à grande ou petite échelle) doit être soigneusement conduite.

L'étude de la typologie clonale du fonctionnement laticifère doit être continuée en collaboration avec le service exploitation et le service génétique.

- . Amélioration des techniques du diagnostic

Dans ce cadre, les problèmes susceptibles d'alléger le lourd travail ou l'échantillonnage, tout en maintenant sinon augmentant sa représentativité, sont à creuser. La fiabilité des analyses et la potentialité du laboratoire qui en est chargé, doivent également être améliorées.

Le sujet est essentiellement technique et doit répondre à de nombreuses questions dont une importante : comment réaliser des diagnostics latex dans des lieux éloignés ne possédant pas de matériel ? Elle sous-tend plusieurs solutions possibles : mise en place d'équipes indépendantes et autosuffisantes

pouvant travailler *in situ*, ou protection des paramètres mesurés pour permettre l'envoi des échantillons au laboratoire, dans des conditions non contraignantes.

Il est envisageable et souhaitable de former des agrophysiologistes qui puissent être détachés sur des plantations qui le demanderaient (selon des conditions à définir) pour mettre en oeuvre le diagnostic latex.

Opération l'encoche sèche

Cette étude s'avère extrêmement difficile dans la mesure où la cause n'a pu être formellement reconnue. Un workshop international a eu lieu en Malaisie en 1989 à ce sujet, mais n'a pas apporté d'éléments permettant de progresser sensiblement, ni sur la compréhension de cette maladie, ni sur les méthodes de lutte. Il est indispensable, à la lumière des connaissances actuelles, que la collaboration de la phytopathologie soit acquise.

Un effort de synthèse concernant des enquêtes à grande échelle réalisées sur des plantations industrielles, est à faire.

En outre, dans le cadre de l'IRRDB, un certain nombre d'expériences peuvent être envisagées. Elle comporteraient des analyses biologiques, histo-cytologiques et de terrain, en fonction d'hypothèses causales qui ont été formulées et qui portent sur divers types de stress : surexploitation, stress hydrique, stress climatique, stress culturels, stress pédologiques, etc... Dans ce domaine, la sensibilité clonale a une grande importance et doit être prise en compte comme un élément majeur. Bien entendu, la cause pathogène n'est pas écartée et nécessiterait, en plus d'essais simples comprenant des tests anti-contagion, des recherches plus élaborées mettant en jeu des techniques de biologie moléculaire.

A cet égard, l'hypothèse avancée par l'ORSTOM de l'intervention d'un viroïde, organisme constitué par un ARN bicatennaire, devrait pouvoir être testée assez efficacement. En effet, il existe actuellement des sondes permettant de détecter trois types de viroïdes correspondant à 85 % des cas connus. L'extraction des RNA messagers de latex issus d'arbres sains et malades, et leur hybridation avec les sondes, dans la mesure où elles sont disponibles, devraient très probablement apporter de précieuses informations.

Cette opération demande la coopération de la Côte d'Ivoire, des phytopathologistes de l'IRCA en France et du laboratoire français possédant les sondes adéquates.

Il est nécessaire, pour préciser le travail à réaliser, d'envisager une réunion thématique qui permette de répartir efficacement la tâche de chacun et de prévoir, à court terme, une synthèse. Il est évident que la mise au point des méthodes de lutte ne peut se concevoir d'une manière réaliste, que dans la mesure où la connaissance du phénomène permettra d'expérimenter, sur le terrain, à partir d'hypothèses causales clairement énoncées.

EXPLOITATION

LES ACQUIS

Ce domaine est d'une importance capitale puisqu'il est à l'interface de la recherche et de l'application. Il est lié à toutes les recherches d'accompagnement et a un rôle majeur dans l'établissement des préconisations données par l'IRCA aux planteurs.

Parmi les résultats essentiels acquis ces dernières années, il faut souligner les informations sur la diminution de la fréquence de saignée compensée par la stimulation, point essentiel pour accroître la rentabilité de la production ; la démonstration que tous les clones ne doivent pas être exploités de la même manière, mais selon leurs caractéristiques et leur âge ; l'intérêt dans des conditions définies, de certains types de saignées tels que la saignée remontante ; en effet la meilleure connaissance de cette dernière peut permettre son intégration dans un schéma d'exploitation susceptible d'induire une meilleure productivité sans porter préjudice à l'avenir de l'arbre.

LA POLITIQUE A SUIVRE

Si certaines expériences peuvent être relativement ponctuelles, elles demandent le plus souvent une continuité suffisante pour aboutir à des conclusions sûres et fiables, sans lesquelles aucune préconisation valable ne peut être proposée.

La liaison étroite qui existe entre les recherches physiologiques et les études sur l'exploitation, doit être maintenue. Elle représente un facteur de progrès efficace pour ces deux domaines.

Les thèmes de recherches envisagés

- Détermination de l'âge et des conditions de mise en saignée

L'âge et les conditions de mise en saignée des hévéas sont un problème important. Plus cette mise en saignée est précoce, plus, au plan économique, l'exploitation peut être rentable. Les normes actuelles, l'ouverture des arbres de 50 cm de diamètre lorsque leur nombre atteint 50 % de la surface plantée sont relativement satisfaisantes, mais elles peuvent probablement être optimisées. Il apparaît en premier lieu que la nature du matériel végétal intervient largement et il est donc impératif d'étudier ce sujet en fonction des clones.

La production de latex entre en compétition avec la croissance de l'arbre. Des résultats nombreux montrent que dans certains cas la mise en exploitation diminue fortement sinon stoppe cette croissance, surtout lorsque les hévéas sont jeunes. Les conséquences à terme sur la production peuvent être négatives et beaucoup plus importantes que les gains de caoutchouc récolté précocement.

Il est probable aussi que la richesse des sols et les conditions écoclimatiques jouent à ce sujet un rôle non négligeable.

Si les expériences d'ouvertures trop précoces permettent déjà de dégager l'idée qu'elles ne présentent pas d'avantage à terme dans beaucoup de cas, mais au contraire un handicap, il est important de se pencher sur la situation opposée. N'y a-t-il pas intérêt à attendre que les hévéas soient développés et aient mis en place leur système de réserve indispensable au bon fonctionnement du système laticifère, de manière à obtenir et conserver dès l'ouverture une production et à terme un potentiel de production plus élevé. Cette recherche sur la mise en exploitation plus tardive doit être explorée.

Toutefois le type d'exploitation (fréquences de saignée et de stimulation) pose aussi dans tous les cas un problème qu'il faut étudier précisément. Il est en effet probable que la "mise sous tension" du système laticifère demande une intensité d'exploitation suffisante pour induire une activité métabolique satisfaisante des tissus producteurs.

L'étude économique rigoureuse des solutions testées est bien entendu indispensable pour évaluer les résultats et en tirer des conclusions utiles aux recommandations à faire dans ce domaine.

Ces expérimentations peuvent se faire en Côte d'Ivoire, au Gabon, au Cameroun.

- Optimisation des systèmes d'exploitation selon les clones

Chaque clone possède ses caractéristiques propres de production. Il est donc impératif de chercher le système d'exploitation optimal qui doit lui être appliqué en fonction des conditions rencontrées.

Les paramètres à prendre en compte sont nombreux : âge de l'arbre, longueur d'encoche, fréquence de saignée, intensité de stimulation, situation écoclimatique etc...

Un des problèmes importants et qui demande une expérimentation longue et rigoureuse, est la définition de la conduite du panneau qui peut être un des éléments essentiels de la productivité de l'arbre. Les problèmes de balancement de saignée, de frein de panneau, de hauteur initiale d'ouverture, de temps nécessaire à une régénération suffisante de l'écorce pour être apte à la réexploitation, de compétition entre aires drainées, d'utilisation de la saignée remontante, sont autant de facteurs qui interviennent dans ce domaine et qu'il faut intégrer dans ces études.

Dans ce cadre, les essais sont aussi à envisager sur une longue période pouvant rendre compte, en partie du moins de la vie économique de l'arbre.

Tous les pays où l'IRCA travaille doivent être impliqués par ce thème.

- Etude du potentiel de production des clones

La connaissance du potentiel de production des clones est un élément essentiel pour le planteur. Elle sert de référence à l'évolution d'une exploitation. Cette information est cependant difficile à acquérir du fait de la typologie de fonctionnement qui caractérise les clones en fonction de leur activité métabolique et de leur aptitude à répondre à la stimulation.

Des expériences ont été mises en place qui tentent d'estimer ce potentiel de production en n'agissant que sur un seul des paramètres de l'intensité d'exploitation : la fréquence de stimulation à 2,5 % d'Ethrel. La saignée S/2 est fixée en d/4 6d/7. Les résultats obtenus ont déjà donné des indications très intéressantes tant au plan de la recherche de base que de l'application sur la productivité d'un certain nombre de clones. Ces essais qui montrent des seuils à ne pas dépasser doivent se continuer pour observer les effets en fonction du temps et avoir le recul nécessaire à toute conclusion sérieuse. Il faut également tester selon ce schéma d'autres clones largement utilisés dans le monde hévéicole.

Il est souhaitable, par ailleurs, de chercher l'expression de potentiel de production en intervenant essentiellement sur la fréquence de saignée, tout en adaptant une stimulation pour chaque cas par l'étude précédente. Les informations obtenues devraient être complémentaires et tout aussi précieuses.

La Côte d'Ivoire et le Gabon peuvent se pencher sur ce sujet.

- Etude des systèmes d'exploitation en conditions particulières

. Etude de l'exploitation en zone marginale

De plus en plus l'hévéaculture tend à progresser en zone climatique marginale, soit pour trouver des surfaces libres, soit pour échapper à des maladies endémiques.

Il est donc nécessaire d'étudier les systèmes d'exploitation qui, dans des conditions climatiques particulières (pluviométrie limitée, températures transitoirement basses etc...), sont le mieux adaptés au matériel planté. Les données obtenues permettront également de déterminer quel(s) clone(s) est(sont) à conseiller dans les situations rencontrées.

. Etude des saignées à haute fréquence

La plupart des plantations villageoises en Asie du Sud Est à tradition hévéicole, n'utilise pas la stimulation mais de grandes fréquences de saignées dont le nombre peut atteindre plus de 220 par an.

Il est important de connaître les conséquences à terme de ce type d'exploitation comparé à un ou des témoins moins, mais mieux sollicités.

L'étude entreprise devrait aussi permettre la mise en évidence des clones capables ou non de bien se comporter lorsqu'ils sont saignés fréquemment.

. Etude des saignées remontantes

L'emploi de la saignée remontante à la fin de la vie économique de l'arbre est maintenant assez couramment utilisée. Les résultats obtenus sont dans certains cas exceptionnels. Il est vrai qu'au plan physiologique ce système est théoriquement mieux adapté que la saignée descendante.

Il faut donc étudier plus précisément ce mode d'exploitation en fonction de différents facteurs importants : le type du clone, l'âge des arbres, la conduite de panneau, la longueur d'encoche, le mode de stimulation, la fréquence de saignée...

. Etude des saignées à très basse fréquence

La diminution des fréquences de saignée qui a pour but de valoriser la productivité de la récolte (kg de caoutchouc/saigneur/jour) est une voie de recherche qui peut s'avérer dans certaines conditions socio-économiques (main d'oeuvre insuffisante et chère), de grand intérêt. Cette diminution de fréquence doit bien sûr être compensée par une augmentation de l'intensité de stimulation en fréquence ou en concentration de matière active.

La nature des clones joue dans ce domaine un grand rôle, certains étant plus aptes que d'autres à pouvoir être exploités de cette manière.

Cette étude nécessite en accompagnement une analyse économique rigoureuse et précise.

. Etude de l'exploitation à basse densité

La densité d'une plantation est un facteur qui peut influencer beaucoup la productivité. A faible densité, les arbres sont plus vigoureux ; ils produisent donc plus et les tâches attribuées aux saigneurs peuvent être augmentées. Il serait intéressant dans des conditions précises de se pencher sur ce problème. Il faut cependant souligner la difficulté de mise en oeuvre expérimentale puisque ce type d'essai doit être prévu dès la plantation des arbres.

. Etude de l'exploitation intensive des arbres avant abattage

A la fin de leur vie économique, les arbres sont de grosse taille et capables de produire des quantités parfois très importantes de latex. Il est donc nécessaire, avant l'abattage qui précède la replantation, de récolter le maximum de caoutchouc sur une courte période, sans souci d'une éventuelle fatigue physiologique. L'étude de différents systèmes intensifs pouvant mettre en jeu plusieurs aires drainées, de fortes fréquences de saignée ou de stimulations à doses de matière

active élevée, devrait permettre, en fonction du matériel végétal et des conditions rencontrées, d'optimiser ce type d'exploitation.

. Etude de l'exploitation en milieu villageois

Les plantations villageoises présentent des problèmes particuliers d'exploitation qui sont liés principalement à la qualité et à la fréquence de la saignée. Après identification des problèmes spécifiques à ce genre de plantation, des études pourraient être entreprises (réduction de longueur d'encoche et balancement des saignées par exemple) qui ne présentent pas d'intérêt en plantations industrielles mais qui pourraient accroître la productivité des plantations villageoises en mettant en oeuvre des systèmes mieux intégrés aux conditions socio-économiques rencontrées.

Cette liste de recherches n'est pas exhaustive. Elles doivent être engagées en fonction des priorités des équipes concernées et de leurs possibilités dans les différents pays.

- *Etude de la stimulation*

Ce vaste domaine doit prendre en compte de nombreux facteurs dans le but de les optimiser. Dans ce cas encore, il faut tenir compte des clones et de leur aptitude à être stimulés.

Les techniques d'application, leur fréquence, leur efficacité en fonction des situations climatiques (disponibilité en eau) des conditions écologiques (nature et composition des sols) de l'état physiologique conditionné par l'âge et la saison, sont autant de problèmes à examiner.

L'essai de nouveaux produits stimulants entre également dans l'objectif de cette étude.

- *Etude de l'organisation de l'exploitation en fonction des systèmes utilisés et des situations socio-économiques*

Selon les systèmes utilisés, la quantité de latex récolté par arbre, le travail du saigneur par unité de surface et sa production journalière peuvent varier beaucoup. Selon les cas, des problèmes de techniques de récoltes (récipients adaptés, méthode satisfaisante de coagulation en tasse, etc.), de définition des tâches, de système de ramassage efficace, doivent pouvoir être proposés pour aboutir à l'optimisation de l'organisation de l'exploitation. Des expérimentations permettant de répondre à ces questions doivent être envisagées.

DIVISION TECHNOLOGIE

EVOLUTION DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

S O M M A I R E

1. Modélisation des produits de l'hévéa	1
1.1. Contribution à la définition d'un modèle transformateur en relation avec un modèle rendant compte des propriétés du latex	2
1.2. Etude du P.R.I.	
1.3. Etat et cinétique de vulcanisation	
1.4. Mise au point d'un critère d'usinabilité du caoutchouc naturel	3
2. Etude des facteurs d'influence, transposition au stade industriel	
2.1. Facteurs d'influence liés à la plantation	
2.2. Facteurs d'influence liés à l'usine	
2.2.1. Traitements mécaniques et chimiques	
2.2.2. Traitements thermiques	4
2.3. Etudes et mises au point des méthodes de production	
2.3.1. L'eau et le caoutchouc	
2.3.1.1. Détermination du DRC	
2.3.1.2. Détection et destruction des virgins	
2.3.1.3. Séchage	
2.3.2. Ateliers villageois	
2.3.3. Caoutchouc à viscosité stabilisée	5
2.3.4. Caoutchoucs à bas poids moléculaire modifié ou non	
3. Défense et redéploiement des marchés	
3.1. Contribution à l'amélioration permanente des normes internationales du caoutchouc naturel	
3.2. Connaissance des marchés du caoutchouc naturel	
4. Transfert vers le développement et valorisation	6
4.1. Spécifications	
4.2. Appui technique aux planteurs	
4.3. Appui technique aux transformateurs	
4.3.1. Transformateurs des pays producteurs de caoutchouc	
4.3.2. Transformateurs de pays développés	
4.4. Formation	

IRCA/CIRAD
Division Technologie

23/04/90

DIVISION TECHNOLOGIE

EVOLUTION DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Avec 5 millions de tonnes produites en 1989, soit un tiers de la consommation mondiale, le caoutchouc naturel reste en tonnage le premier élastomère consommé. En dépit des progrès remarquables de la pétrochimie, il conserve actuellement sa position grâce à ses propriétés spécifiques indispensables pour certaines fabrications de haute technologie telles que pneumatiques, transmissions et suspensions élastiques.

Cependant, la concurrence reste vive avec les caoutchoucs synthétiques car le manufacturier exige toujours plus de constance et de qualité élevée d'un produit naturel présentant une multiplicité de conditions de culture et de traitement.

A la suite de la réunion thématique technologie du 10 Mars 1987, une réflexion a été menée en profondeur pour restructurer les programmes de la Division Technologie afin de tenir compte de la demande des industriels d'orienter ces programmes de recherche fondamentale et appliquée vers une meilleure connaissance de la matière première caoutchouc naturel, des méthodes permettant d'en apprécier la variabilité, de l'incidence de l'origine végétale du produit et des traitements qu'il subit lors de sa production. Pour satisfaire à ces exigences, il est proposé que les activités de la Division Technologie soient divisées en quatre programmes :

1. Modélisation des produits de l'hévéa
2. Etude des facteurs d'influence
3. Défense et redéploiement des marchés
4. Transfert vers le développement et valorisation

1. Modélisation des produits de l'hévéa

La Division Technologie constitue une interface entre transformateurs-manufacturiers et producteurs-planteurs. Sa mission est de :

- concevoir avec les transformateurs un "modèle", c'est-à-dire un ensemble de descripteurs et leurs valeurs ou de propriétés non redondantes qui permettent de définir parfaitement leurs besoins,
- mettre à la disposition des producteurs un "modèle" qui rende compte de l'exigence des manufacturiers,

ce qui implique une recherche de transposition ou de corrélation entre ces deux modèles "transformateurs" et "producteurs".

Les préoccupations actuelles des manufacturiers sont orientées vers :

- les tests de réception matières premières,
- la vitesse de dégradabilité du caoutchouc,
- le comportement du caoutchouc au cours de l'incorporation des charges,
- la rhéologie des mélanges : propriétés des mélanges sous cisaillement,
- les propriétés des mélanges non vulcanisés : green strength, collant de confection,
- les propriétés adhésives du caoutchouc : tack, cohésion
- l'efficacité et la cinétique de vulcanisation,
- les propriétés dynamométriques et dynamiques des vulcanisats,
- le comportement au vieillissement des vulcanisats.

Aujourd'hui, les planteurs ne disposent que de la Norme ISO 2000 qui ne suffit pas à décrire complètement le caoutchouc, et notamment son comportement pour les opérations de transformation. Un approfondissement des connaissances de la matière première et la mise au point de méthodes permettant d'en mieux apprécier la variabilité constituent les objectifs des opérations suivantes :

1.1. Contribution à la définition d'un modèle transformateur en relation avec un modèle rendant compte des propriétés du latex

Objectif : trouver des relations entre les caractéristiques de mise en oeuvre et certaines propriétés du latex.

Action : préparation et analyse simultanément en COTE D'IVOIRE et en FRANCE de 12 échantillons de caoutchouc "off latex".

Localisation : COTE D'IVOIRE (IRCA) et FRANCE

1.2. Etude du P.R.I.

L'indice de rétention de plasticité (PRI) traduit au moyen d'un test simple le niveau d'oxydabilité du caoutchouc naturel. Il est un critère de classement de la norme ISO 2000. Il a des répercussions sur le plan commercial et technique suivant le type d'usinage-blendage ou non des origines.

Objectif : rechercher les causes de variation du P.R.I. et les moyens d'y remédier.

Action et localisation :

- . thèse en cours à l'Université de Paris VI et à l'IFOCA (FRANCE)
- . suivi de l'évolution du P.R.I. à travers les analyses de spécification (COTE D'IVOIRE)
- . recherche en vue de l'identification des antioxydants naturels (FRANCE et COTE D'IVOIRE)

1.3. Etat et cinétique de vulcanisation

En fonction de l'origine et du type d'usinage, les caoutchoucs ont un comportement différent au cours de l'opération de vulcanisation, ce qui peut entraîner des écarts de coût de production sensibles.

Objectif : rechercher les origines de la différence de réactivité du caoutchouc naturel vis-à-vis des systèmes d'accélération industriels.

Actions : opération nouvelle de grande envergure qui devra être répartie entre plusieurs laboratoires et passer par les phases suivantes :

- Définition des critères d'appréciation de l'état de vulcanisation
- Définition d'une méthodologie générale pour l'étude des facteurs d'influence

Localisation : FRANCE et pays hévéicoles

1.4. Mise au point de critères d'usinabilité du caoutchouc naturel

Objectifs : afin de répondre à une demande de l'industrie manufacturière, mise au point d'un appareil de mesure du fluage et de la reprise élastique de la gomme brute ou en mélange cru "élasticimètre" pour mieux contrôler les opérations de calandrage et d'extrusion, étude d'autres descripteurs (B.I. par exemple).

Action : opérations en cours en phase de brevet et d'évaluation sur des caoutchoucs naturels et synthétiques

Localisation : FRANCE

2. Etude des facteurs d'influence, transposition au stade industriel

En tant que produit naturel, le caoutchouc, par rapport à son concurrent de synthèse, est beaucoup plus variable, moins homogène d'un lot à l'autre. L'objectif de cette opération et des différentes actions qui la composent est de mettre en évidence, puis de tenter de hiérarchiser, les différents facteurs naturels ou dépendant de l'intervention humaine responsables de cette variabilité et de mieux maîtriser les différentes étapes conduisant du produit brut de la plantation au produit semi-fini "matière première" mis à la disposition du manufacturier. Cette variabilité s'exprime sur l'ensemble des propriétés du caoutchouc, dont les plus significatives devront être prises en compte.

2.1. Facteurs d'influence liés à la plantation

Objectif : étude des caractéristiques technologiques des produits de l'hévéa suivant :

- les écosystèmes
- l'origine clonale
- les conditions d'exploitation
- le mode de récolte

Action : préparation et analyse d'échantillons fabriqués à partir de latex (centrifugé, feuille, TSR) et de fonds de tasses.

Localisation : FRANCE, COTE D'IVOIRE, pays hévéicoles

2.2. Facteurs d'influence liés à l'usine

Il apparaît que les conditions de traitement du caoutchouc à l'usine ont une influence importante sur les propriétés finales du caoutchouc ; le séchage ayant une importance toute particulière, est traité à part.

2.2.1. *Traitements mécaniques et chimiques*

Objectifs : études des caractéristiques technologiques des produits de l'hévéa :

- les conditions de coagulation et de stockage
- les procédés d'usinage

Action : Analyse d'échantillons fabriqués à partir de latex et de coagulas des champs.

Localisation : FRANCE, pays hévéicoles

2.2.2. Traitements thermiques

Objectifs : Compréhension des phénomènes de transferts thermiques

Actions :

- . Modélisation du séchage du caoutchouc sous forme de granulés ou de feuille.

Localisation : FRANCE et pays hévéicole

2.3. Etudes et mises au point des méthodes de production

Les résultats acquis au niveau de la compréhension des phénomènes doivent ici être transposés et adaptés aux méthodes de production industrielle et villageoise ; ceci concernant aussi bien les qualités standard que les caoutchoucs spéciaux.

2.3.1. L'eau et le caoutchouc

2.3.1.1. Détermination du DRC

Objectif : mise au point d'une méthode rapide de détermination industrielle et commerciale de la teneur en caoutchouc des coagulas et autres fonds de tasses pour une meilleure valorisation des caoutchoucs de planteurs villageois.

Actions :

- . enquête auprès d'industriels fabricants d'équipement de mesure d'humidité
- . essais en FRANCE puis en zone hévéicole

Localisation : FRANCE et pays hévéicole

2.3.1.2. Détection et destruction des virgins

Objectif : adaptation industrielle d'un prototype utilisant les hyperfréquences et extension à la destruction des virgins.

Action : essais en milieu industriel tropical et détermination des seuils d'efficacité.

Localisation : COTE D'IVOIRE

2.3.1.3. Séchage

Objectif : adaptation industrielle des résultats des études à caractère fondamental

Action : test de solution technologique en matière de régulation d'instrumentation et de conduite de séchoir.

Localisation : FRANCE et pays hévéicoles

2.3.2. Ateliers villageois

Objectif : valorisation de la production des planteurs villageois

Action : conception, construction, mise au point, et expérimentation d'un atelier de traitement du caoutchouc avec séchoirs solaires et conventionnels

Localisation : GUYANE

2.3.3. Caoutchouc à viscosité stabilisée

Objectifs : Etudes et améliorations des méthodes de production des caoutchoucs à viscosité stabilisée

Action : Etude et amélioration du process

Localisation : COTE D'IVOIRE, FRANCE

2.3.4. Caoutchoucs à bas poids moléculaire modifié ou non

Objectif : à la suite des deux contrats UNIDO, amélioration du process des IRPRENE

Action :

- . modification du pilote
- . amélioration des rendements de réactions

Localisation : FRANCE, COTE D'IVOIRE

3. Défense et redéploiement des marchés

Il s'agit d'assurer le maintien des positions techniques actuelles du caoutchouc naturel et de la reconquête de certains marchés par :

3.1. Contribution à l'amélioration permanente des normes internationales du caoutchouc naturel

Objectif : amélioration des normes de spécification et de contrôle de qualité du caoutchouc naturel

Actions :

- . animation de la commission caoutchouc naturel en liaison avec ISO-AFNOR
- . exploitation des essais interlaboratoires
- . gestion et exploitation d'une base de données sur la qualité du caoutchouc naturel dans le monde

Localisation : FRANCE

3.2. Connaissance des marchés du caoutchouc naturel

Objectif : maintenir, et si possible augmenter, la position du caoutchouc naturel dans le marché des élastomères

Action :

- . surveillance des marchés et évaluation des créneaux à conquérir ou des risques de pertes
- . promotion de nouvelles applications du caoutchouc naturel
- . mise au point et production d'échantillons de nouvelles formes de caoutchouc naturel : 5 CV, 10 CV, IRPRENE, caoutchoucs modifiés
- . participation aux activités des instances nationales et internationales telles l'IRRDB, l'IRSG, l'AFICEP, l'ACS, etc.

Localisation : FRANCE, pays industrialisés et hévéicoles

4. Transfert vers le développement et valorisation

4.1. Spécifications

Objectif : garantir la qualité du caoutchouc naturel

Action :

- . contrôle de qualité et spécification technique du caoutchouc naturel
- . extension et animation du réseau de laboratoires de contrôle de qualité des pays producteurs africains (ACNA) ou coopérant avec la FRANCE (VIETNAM)
- . participation aux instances de normalisation nationale (AFNOR) et internationale (ISO)

Localisation : FRANCE, COTE D'IVOIRE, CAMEROUN, GABON, pays hévéicoles

4.2. Appui technique aux planteurs

Objectif : aider les producteurs de caoutchouc à valoriser leur production

Action :

- . appui technique dans le cadre d'associations ou de producteur de divers pays (par exemple, INDONESIE, mission CEE/CHINE, ACNA)
- . création d'une documentation complète des équipements utilisés dans le monde pour le traitement du caoutchouc naturel en plantation.

Localisation : FRANCE et pays hévéicoles

4.3. Appui technique aux transformateurs

Cet appui revêtira deux formes très différentes suivant le pays où se fera cet appui, la forme différant considérablement pour chaque cas:

4.3.1. *Transformateurs des pays producteurs de caoutchouc.*

Les pays producteurs, qui sont souvent des P.V.D., ont un immense intérêt à valoriser sur place une partie de leur production. Cette valorisation a des effets bénéfiques aussi bien sur le niveau de vie de leurs habitants que sur leur balance des paiements donc leur "aisance" internationale.

Mais l'industrie du caoutchouc est une industrie lourde en investissements matériels et en investissements humains. Nous apportons une "expertise" de base pour la mise en place d'une transformation locale, qui sera d'autant plus objective que nous n'avons à vendre ni matériels ni brevets, ni savoir-faire ou technologie. Cette position de "courtier conseil" nous fera mettre en présence des demandeurs les fournisseurs de technologie et de matériels les plus valables pour les aspirations. En outre cette position extérieure permet de ne pas tomber dans un piège fréquent, transférer des technologies et des produits d'une sophistication incompatible avec le niveau de développement du pays demandeur.

Il ne faut pas hésiter à transposer en adaptant aux conditions locales, économiques ou culturelles (par exemple la résistance à la porosité d'une chambre à air de bicyclette n'est pas aussi cruciale en Afrique qu'en Europe car l'exigence du consommateur n'est pas aussi élevée). Dans certain cas il sera intéressant de rechercher des technologies caduques ou obsolètes en Occident mais parfaitement adaptées aux conditions économiques et humaines locales. Enfin il ne faut pas oublier le côté formation que peut avoir ce choix, comme les possibilités que recèlent l'utilisation de matériel d'occasion, à bas prix, pour démarrer une transformation.

Un transfert de technologie est une opération complexe, la différence de culture et de tradition existant entre les deux pays engagés peut rendre l'opération difficile et hasardeuse. Afin de réduire les risques d'insuccès, on doit s'astreindre à une grande rigueur dans la préparation de cette opération, tout en sachant que cela nécessitera toujours du temps et une dépense importante eu égard au but poursuivi.

Objectif : aider les transformateurs par l'audit de leurs installations et méthodes de travail et procurer un conseil technique dans le cadre d'actions bilatérales

Action : conseil technique dans le cadre d'actions bilatérales

Localisation : FRANCE et pays hévéicoles

4.3.2. Transformateurs de pays développés

Le niveau technologique est élevé et la fourniture d'une information technique sur des points précis concernant l'utilisation du caoutchouc naturel est une contribution à la transformation.

Dans ce domaine, très technique, nous passerons rapidement le relais à des Organismes spécialisés pour cette tâche d'assistance technique, p. e, LRCCP, DKG, CERISIE etc...

Objectif : identification des problèmes

Action : relais à des organismes spécialisés

Localisation : FRANCE

4.4. Formation

Objectif : formation de stagiaires étrangers à la technologie de l'usinage et de la transformation du caoutchouc naturel.

Action : organisation des programmes de stages en utilisant les structures existantes (IFOCA - IRAP - Universités - IRCA/CI - CAMEROUN - GUYANE)

Localisation : FRANCE et pays hévéicoles

COMMISSION DOCUMENTATION-PUBLICATIONS ET RAPPORTS

Document de synthèse

Un des principes majeurs retenu par le séminaire de juin 1989 a été le FAIRE SAVOIR après le savoir faire (page 3 du compte rendu de M. D'Auzac).

DOCUMENTATION

La situation actuelle en personnel et en matériel permet à peine de traiter l'actualité et de l'intégrer avec un certain retard dans la base CIDARC. Les publications de l'IRCA antérieures à 1987, celles des Instituts de recherches sur le caoutchouc du Vietnam, du Cambodge et d'Indochine sont répertoriées seulement en fiches manuelles, donc non consultables à distance. Or les travaux de ces organismes, sans oublier ceux de l'INEAC et des Instituts anglophones d'Extrême-Orient méritent quelques considérations. La possibilité d'avoir connaissance de ces travaux éviterait aux jeunes chercheurs de les refaire et de redécouvrir ce qui l'a déjà été.

Pour intégrer les publications antérieures à 1987 il faut donner au service les moyens en personnel soit sous la forme d'une création de poste mi-secrétariat mi-documentaliste, soit sous la forme de personnel temporaire (CDD) jusqu'à épuisement des archives.

Pour traiter la documentation dans les stations outre-mer (classement, indexation, relation avec le service documentation de Montpellier) et soulager les chercheurs de cette tâche pour laquelle ils n'ont pas été formés, la création de poste de documentalistes nationaux s'impose (Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Indonésie). Un stage de perfectionnement à la documentation caoutchouc pourrait avoir lieu à Montpellier au coup par coup. Ceci améliorerait aussi certainement la circulation de l'information au sein du département : les chercheurs ayant une certaine propension à se garder les publications.

L'informatisation de la documentation doit être poursuivie pour que les chercheurs puissent avoir accès directement (ou par l'intermédiaire des documentalistes locaux demandés plus haut) à l'information qu'ils souhaitent.

PUBLICATIONS

Revue Générale des Caoutchoucs et Plastiques (RGCP). L'IRCA n'a pas de revue comme les autres Départements mais a la possibilité de publier des articles dans la RGCP. Cette situation assure à l'auteur une diffusion beaucoup plus large que celle d'une revue propre.

La mise en forme des articles des auteurs IRCA demande beaucoup de temps au Service. Ceci est dû essentiellement à l'absence d'un comité de lecture (des publications) au sein de l'Institut qui devrait servir de filtre entre les auteurs et le Service chargé de la mise en forme définitive.

IRCA DOC. Cette revue interne mériterait une meilleure présentation et impression. Mais faute de temps, donc de personnel, elle ne bénéficie pas de toutes les possibilités de l'informatique.

RAPPORTS

Deux rapports sont actuellement à la charge du service :

- le compte-rendu des réunions du CSTC, à diffusion restreinte. Sa présentation pourrait être largement améliorée et sa lecture rendue plus attrayante par une meilleure mise en page et une meilleure impression (imprimante laser propre ou impression à l'extérieur);

- le rapport annuel IRCA. Ce document bilingue souffre d'une parution retardée d'abord du fait que les délais de présentation des textes ne sont pas toujours respectés et que de nombreuses corrections sont encore nécessaires avant de les donner à la traduction. Ces délais et retards pourraient être diminués si les textes étaient mieux vérifiés par les responsables avant d'être simplement transmis à la documentation. Ensuite les allers-retours entre le service et l'imprimeur pour correction et mise en page ajoutent aux retards accumulés. Des améliorations pourraient être apportées à ce stade par l'engagement ou la formation d'une personne plus spécialisée dans l'édition et l'emploi sur place de la PAO (publication assistée par ordinateur).

Donc pour la mise en forme des textes à publier (RGCP, IRCA-DOC, rapport CSTC, rapport annuel) et la gestion de leur distribution (fichier adresses) nous estimons qu'un poste de secrétariat d'édition est nécessaire.

MATERIEL

En matériel de bureau le service a un besoin urgent d'une imprimante silencieuse et de haute qualité, de logiciels graphiques.

FAIRE SAVOIR

Cette possibilité pourrait s'envisager pleinement si le chef du Service était dégagé des corrections et mise en forme de l'édition. La création de produits promotionnels (plaquettes, posters, vidéo, dépliants) pourrait alors s'engager avec la collaboration du chercheur ou de l'équipe concernée.

NOTE SUR LES MODALITES POSSIBLES D'INTERVENTION
DE L'IRCA EN MILIEU HEVEICOLE NON INDUSTRIEL

En raison des pressions foncières qui s'exercent dans les pays producteurs et de la faible attractivité de l'hévéa pour les investissements à caractère financier, le développement hévéicole des années à venir continuera à fortement reposer sur le petit planteur. D'un autre côté, l'hévéa-culture, comme beaucoup d'autres activités agricoles, est aujourd'hui devenue une affaire de haute technicité qui doit, quel que soit le milieu considéré (industriel ou non industriel), viser aux objectifs suivants :

- un peuplement clonal homogène,
- une densité optimum d'arbres par hectare,
- une production à l'arbre élevée,
- une durée d'exploitation suffisante,
- une qualité adéquate du produit.

Mis au point dans les stations de recherche, les itinéraires techniques requis pour atteindre ces objectifs existent.

L'expérience montre toutefois que, même fortement encadré (cas de la Côte d'Ivoire), le petit planteur a, le plus souvent, des difficultés à intégrer la technicité qui lui est proposée, et cela pour au moins deux raisons :

- (1) les systèmes d'encadrement n'ont pas toujours l'efficacité recherchée :
 - . soit que, l'objectif de quantité (développer un maximum de petites plantations) ou l'objectif politique (développer de préférence une région) occultant l'impératif de rentabilité (faire des plantations économiquement viables), la selectivité devient insuffisante dans le processus de recrutement des candidats à un programme encadré ;
 - . soit encore que la spécificité du milieu ponctuellement encadré soit mal prise en compte dans la définition des objectifs poursuivis ;
- (2) la technicité proposée n'est pas adaptée au contexte considéré, car, découlant souvent d'un simple transfert du milieu industriel au milieu non industriel, elle fait abstraction des contraintes spécifiques de ce dernier qui, le plus souvent, ont pour origine le poids de la tradition mais aussi :
 - . l'âge du planteur,
 - . une insuffisance de la main-d'oeuvre familiale,
 - . un manque de moyens matériels et financiers.

L'IRCA, a moins d'être sollicité par l'Autorité politique, peut difficilement intervenir au niveau du point 1 dont l'approche implique, par ailleurs, une méthodologie et des moyens spécifiques dont nous ne disposons pas et dont la mise en place ne serait assurée d'aucune rentabilité certaine tant nos actions en la matière demeureraient ponctuelles et limitées dans l'espace et dans le temps.

Par contre, s'il entend conserver le rôle qui est le sien en matière de Recherche et de Développement, l'IRCA doit impérativement être à même de :

- formuler des diagnostics,
- proposer des solutions techniques adaptées aux contextes régionaux, donc intégrer la spécificité du non industriel dans la définition et la conduite de ses programmes de recherche.

Comment ? Telle est la question à laquelle nous devons nous efforcer de répondre aujourd'hui avant même que d'arrêter la liste de nos interventions possibles pour les 5 années à venir.

Y. BANCHI